

TUGAS AKHIR - KS 141501

**ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA
DYNAMIC PROGRAMMING DENGAN
PENDEKATAN FORWARD DAN BACKWARD
MELALUI HASIL STUDI KASUS DISTRIBUSI
PRODUK AIR MINUM KEMASAN GALON DI
DEPOT AIR MINUM ISI ULANG BANYU BELIK,
PURWOKERTO)**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF *DYNAMIC
PROGRAMMING* ALGORITHM BETWEEN
FORWARD AND BACKWARD APPROACH FROM
STUDY CASE OF GALON PACKAGED WATER
DISTRIBUTION AT WATER REFILL DEPOT IN
BANYU BELIK, PURWOKERTO**

**ACHSANUL KAMAL
NRP 5213 100 146**

**Dosen Pembimbing
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom**

**JURUSAN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - KS 141501

**ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA
DYNAMIC PROGRAMMING DENGAN
PENDEKATAN FORWARD DAN BACKWARD
MELALUI HASIL STUDI KASUS DISTRIBUSI
PRODUK AIR MINUM KEMASAN GALON DI
DEPOT AIR MINUM ISI ULANG BANYU BELIK,
PURWOKERTO**

ACHSANUL KAMAL
NRP 5213 100 146

Dosen Pembimbing
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

JURUSAN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - KS 141501

**COMPARATIVE ANALYSIS OF DYNAMIC
PROGRAMMING ALGORITHM BETWEEN
FORWARD AND BACKWARD APPROACH FROM
STUDY CASE OF GALON PACKAGED WATER
DISTRIBUTION AT WATER REFILL DEPOT IN
BANYU BELIK, PURWOKERTO**

ACHSANUL KAMAL
NRP 5213 100 146

Dosen Pembimbing
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

JURUSAN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA DYNAMIC PROGRAMMING DENGAN PENDEKATAN FORWARD DAN BACKWARD MELALUI HASIL STUDI KASUS DISTRIBUSI PRODUK AIR MINUM KEMASAN GALON DI DEPOT AIR MINUM ISI ULANG BANYU BELIK, PURWOKERTO

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ACHSANUL KAMAL
NRP. 5213 100 146

Surabaya, Januari 2017

KETUA JURUSAN SISTEM INFORMASI

Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom.
NIP 19650310 199102 1 001

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA DYNAMIC PROGRAMMING DENGAN PENDEKATAN FORWARD DAN BACKWARD MELALUI HASIL STUDI KASUS DISTRIBUSI PRODUK AIR MINUM KEMASAN GALON DI DEPOT AIR MINUM ISI ULANG BANYU BELIK, PURWOKERTO

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Jurusan Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

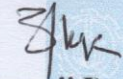
ACHSANUL KAMAL
NRP. 5213 100 146

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian: 2017
Periode Wisuda: Maret 2017

Wiwik Anggraeni, S.Si, M.Kom.


(Pembimbing I)

Edwin Riksakomara, S.Kom, M.T.


(Penguji I)

Faizal Mahananto, S.Kom, M.Eng


(Penguji II)

ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA DYNAMIC PROGRAMMING DENGAN PENDEKATAN FORWARD DAN BACKWARD MELALUI HASIL STUDI KASUS DISTRIBUSI PRODUK AIR MINUM KEMASAN GALON DI DEPOT AIR MINUM ISI ULANG BANYU BELIK, PURWOKERTO

Nama Mahasiswa : Achsanul Kamal
NRP : 5213 100 146
Jurusan : SISTEM INFORMASI FTIF-ITS
Dosen Pembimbing : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

ABSTRAK

Dynamic Programming (DP) merupakan salah satu algoritma optimasi yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Dynamic Programming menguraikan solusi menjadi tahapan-tahapan sehingga permasalahan dapat dipandang melalui serangkaian keputusan yang saling berkaitan. Dalam menyelesaikan permasalahan, Dynamic Programming memiliki dua pendekatan yaitu Forward dan Backward. Dengan kondisi yang sama, suatu permasalahan dapat diselesaikan melalui dua pendekatan tersebut. Namun pada penerapannya proses pencapaian nilai optimal pada tiap stage antara pendekatan Forward dan Backward ialah berbeda meskipun dengan nilai optimal akhir yang sama. Pada kondisi yang sama juga suatu permasalahan dapat menghasilkan nilai optimal akhir yang berbeda jika diselesaikan dengan pendekatan Forward dan Backward. Terkait dengan hal tersebut, maka Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui apa saja faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut serta mengetahui karakteristik dari tiap pendekatan diatas.

Dalam penelitian ini digunakan data dari studi kasus distribusi produk air kemasan galon di depot air minum isi ulang Banyu Belik yang terdapat di daerah Purwokerto. Pada studi kasus ini sebelumnya telah dilakukan optimasi dengan menggunakan

kombinasi algoritma genetika dan pencarian tabu. Sehingga selain Melalui Tugas Akhir ini juga akan dilakukan perbandingan antara penyelesaian dengan menggunakan Dynamic Programming (DP) dan kombinasi algoritma genetika dan pencarian tabu untuk mengetahui hasil mana yang lebih optimal.

Hasil dari tugas akhir ini menunjukkan bahwa pendekatan forward dan backward menghasilkan nilai optimal yang berbeda. Perbedaan nilai optimal tersebut dikarenakan oleh karakteristik dynamic programming dimana nilai optimum pada stage -k akan dipengaruhi oleh nilai optimum pada stage k-1. Selain itu faktor lain yang mengakibatkan adanya perbedaan nilai optimal untuk masing-masing pendekatan adalah karena karakteristik permasalahan Travelling Salesman Problem (TSP) yang memiliki beberapa titik tujuan yang dinamis. Permasalahan studi kasus berfokus kepada penyusunan rangkaian node agar mencapai nilai yang optimal.

Kata kunci : Dynamic Programming, Forward Approach, Backward Approach

**COMPARATIVE ANALYSIS OF DYNAMIC
PROGRAMMING ALGORITHM BETWEEN
FORWARD AND BACKWARD APPROACH FROM
STUDY CASE OF GALON PACKAGED WATER
DISTRIBUTION AT WATER REFILL DEPOT IN
BANYU BELIK, PURWOKERTO**

Name : Achsanul Kamal
NRP : 5213 100 146
Department : INFORMATION SYSTEM FTIF-ITS
Supervisor : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

ABSTRACT

Dynamic Programming (DP) is one of the optimization algorithms can be applied in daily life. Dynamic Programming divides solution into stages so that the problem can be seen through a series of interrelated decisions. By solving a problem, Dynamic Programming has two approaches, Forward and Backward. In the same conditions, a problem can be solved through two approaches. However, the implementation process of achieving optimal value at each stage between Forward and Backward approach is different even with the same final optimum value. On certain condition, a problem can also generate different final optimal value if completed with Forward and Backward approach. Related to this case, the final project aims to find out what factors influence these differences and to know the characteristics of both approaches.

This study used data from a case study of packaged water distribution at water refill depot Banyu Belik contained in Purwokerto. In this case study had previously been done optimization by using a combination of genetic algorithm and tabu search. So in addition Through this Final will also be made a comparison between Dynamic Programming (DP) and

the combination of genetic algorithm and tabu search to find out which is more optimal results.

The results of this thesis show that the forward and backward approach produces different optimal values. The optimal rate differences due to the characteristics of dynamic programming on a stage where the optimum value of k will be influenced by the optimum value in stage $k-1$. Besides other factors that lead to differences in the optimal value for each approach is due to the characteristics of the problem Travelling Salesman Problem (TSP), which has several points of interest are dynamic. The problems of case studies focused on the preparation of a series of nodes in order to achieve optimal value.

Keyword : Dynamic Programming, Forward Approach, Backward Approach

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Karena berkat rahmat dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Perbandingan Algoritma *Dynamic Programming* dengan Pendekatan *Forward* dan *Backward* Melalui Hasil Studi Kasus Distribusi Produk Air Minum Kemasan Galon di Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik, Purwokerto**” yang merupakan salah satu syarat kelulusan pada Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Terima kasih yang sebesar-besarnya dengan hati yang tulus ditujukan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi segala rahmat dan pencerahan untuk dapat menyelesaikan tugas belajar selama di Sistem Informasi ITS dan telah memberikan kemudahan serta kesehatan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi.
3. Bapak Wasis Wardhana, pemilik Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik, Purwokerto yang bersedia memberikan waktunya untuk studi kasus tugas akhir ini.
4. Ibu Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom selaku dosen pembimbing, terima kasih atas motivasi, bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T. dan Bapak Faizal Mahananto, S.Kom., M.Eng. selaku dosen penguji penulis yang selalu memberikan masukan yang meningkatkan kualitas dari Tugas Akhir ini.
6. Bapak Sholiq, ST, M.Kom, M.SA selaku dosen wali penulis yang selalu memberikan motivasi dan saran selama penulis menempuh pendidikan S1.
7. Seluruh dosen pengajar, staff, dan karyawan di Jurusan Sistem Informasi, FTIF ITS Surabaya yang telah

memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama ini.

8. Teman-teman BELTRANIS, dan mbak-mas SOLA12IS yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi.
9. Serta semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang belum mampu penulis sebutkan diatas.

Melalui kata pengantar ini penulis juga meminta maaf apabila masih banyak kekurangan dari tugas akhir ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan, bagi perusahaan objek studi, dan bagi semua pihak..

Surabaya, Januari 2017

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan	3
1.3 Batasan Permasalahan	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Relevansi	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Sebelumnya	7
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik	10
2.2.2 Riset Operasi	13
2.2.3 Program Dinamis	13
2.2.4 Travelling Salesman Problem	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Inisiasi.....	22
3.2 Studi Literatur.....	23
3.3 Penentuan Objek Studi Kasus.....	23
3.4 Implementasi Dynamic Programming dengan pendekatan Forward dan Backward.....	23
3.5 Analisis Perbandingan Pendekatan.....	24
3.6 Analisis Perbandingan dengan Hasil Optimasi Terdahulu.....	24
3.7 Kesimpulan dan Saran	24
3.8 Penyusunan Buku Laporan Tugas Akhir	24
BAB IV PERANCANGAN.....	25
4.1 Pengumpulan dan Pra-prospecting Data.....	25

4.1.1. Pengumpulan data	25
4.1.2. Pra-processing data.....	25
4.2 Mengidentifikasi Stages	27
4.3 Mengidentifikasi Status.....	28
4.4 Menentukan Decision.....	28
4.5 Menentukan Variable Validasi	28
4.6 Identifikasi Rute	29
BAB V IMPLEMENTASI.....	31
5.1 Lingkungan Uji Coba	31
5.2 Forward	32
5.2.1 Stage awal (stage 1).....	32
5.2.2 Stage 2	35
5.2.3 Stage 3, 4, .., 19	38
5.2.4 Stage dengan rute alternative	40
5.2.5 Stage akhir	44
5.2.6 Identifikasi Rute	47
5.3 Backward.....	47
5.3.1 Stage 1	48
5.3.2 Stage 2	49
5.3.3 Stage 3, 4, .., 19	53
5.3.4 Stage terakhir	55
5.3.5 Identifikasi Rute	57
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	59
6.1 Hasil Optimalisasi	59
6.2 Objek Studi Kasus Sebelumnya	68
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	71
7.1 Kesimpulan.....	71
7.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
BIODATA PENULIS	77
LAMPIRAN A : Data Jarak Distribusi Galon dalam km	79
LAMPIRAN B : Optimasi Pendekatan Forward.....	81
LAMPIRAN C : Otimasi Pendekatan Backward (3) ...	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Bisnis DAMIU Banyu Belik	12
Gambar 2. 2 Permainan Icosian Hamilton.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Metodologi.....	21
Gambar 4. 1 Model Data Jaringan.....	27
Gambar 5. 1 contoh stage 1 pendekatan forward	32
Gambar 5. 2 contoh alur stage 2 pendekatan forward	35
Gambar 5. 3 contoh proses stage 3 pendekatan forward	38
Gambar 5. 4 contoh rute alternatif.....	41
Gambar 5. 5 contoh rute alternatif 2.....	42
Gambar 5. 6 stage terakhir pendekatan forward.....	44
Gambar 5. 7 kembali ke node depot (node 1).....	46
Gambar 5. 8 identifikasi rute	47
Gambar 5. 9 contoh stage 1 pendekatan backward.....	48
Gambar 5. 10 contoh proses stage 2 pendekatan backward ...	50
Gambar 5. 11 contoh proses stage 3 pendekatan backward ...	53
Gambar 5. 12 stage terakhir pendekatan backward.....	55
Gambar 5. 13 jarak kembali ke node semula.....	57
Gambar 6. 1 pilihan rute dengan pendekatan forward.....	62
Gambar 6. 2 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 3	63
Gambar 6. 3 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 4	64
Gambar 6. 4 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 5	65
Gambar 6. 5 pilih rute dengan pendekatan backward dari node 6.....	66
Gambar 6. 6 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 7	66
Gambar 6. 7 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 8	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Paper Acuan 1	7
Tabel 2. 2 Paper Acuan 2	8
Tabel 2. 3 Paper Acuan 3	9
 Tabel 4. 1 Model Data.....	 26
 Tabel 5. 1 lingkungan uji joba hardware.....	 31
Tabel 5. 2 lingkungan uji coba software	31
Tabel 5. 3 jarak node 1 menuju node tujuan dalam satuan km	34
Tabel 5. 4 pendekatan forward stage 2.....	37
Tabel 5. 5 pendekatan forward stage 3.....	39
Tabel 5. 6 rute alternatif pendekatan forward	43
Tabel 5. 7 pendekatan forward - stage terakhir	45
Tabel 5. 8 jarak node 3 menuju node tujuan dalam km	49
Tabel 5. 9 stage 2 pada pendekatan backward	52
Tabel 5. 10 stage 3 pada pendekatan backward	54
Tabel 5. 11 stage terakhir pendekatan backward	56
 Tabel 6. 3 Hasil Optimalisasi Dynamic Programming.....	 59

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas mengenai hal-hal yang mendasar dari penulisan tugas akhir ini. Hal-hal mendasar tersebut, antara lain latar belakang, rumusan permasalahan, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari penulisan tugas akhir ini. Dari uraian di bawah ini, diharapkan gambaran secara umum dari tugas akhir ini dapat dipahami.

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini penerapan optimasi semakin banyak digunakan oleh berbagai instansi di dunia, tidak terkecuali di Indonesia. Optimasi adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mencari nilai maksimum atau nilai minimum dari fungsi tujuan dengan mempertimbangkan batasan-batasan (*constraint*) tertentu [1]. Tujuan utama dari dilakukannya optimasi adalah untuk mencari nilai optimal dalam memecahkan suatu masalah. Permasalahan yang dapat diselesaikan dengan menggunakan optimasi memiliki lingkup yang sangat luas, misalnya mengoptimalkan alokasi pergudangan, meminimalkan biaya distribusi, meminimalkan jarak tempuh.

Dalam menyelesaikan permasalahan optimasi, beberapa algoritma yang dapat digunakan misalnya dalam meminimalkan biaya distribusi untuk setiap kota atau daerah bisa menggunakan algoritma *Travel Salesman Problem* (TSP), dimana algoritma ini akan mencari jalur terpendek yang dapat ditempuh untuk dapat mengunjungi kota atau daerah yang telah ditentukan [2]. Algoritma optimasi lainnya seperti goal programming, algoritma ini biasa digunakan untuk mengoptimalkan dua fungsi tujuan misalnya meminimalkan biaya dan memaksimalkan pendapatan, algoritma goal programming pada dasarnya merupakan perluasan dari program

linier yang digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah multi tujuan [3].

Topik tugas akhir ini adalah membahas tentang salah satu bentuk algoritma optimasi yaitu *Dynamic Programming*. Algoritma ini merupakan metode optimasi yang memandang bahwa solusi atau hasil optimal yang diperoleh memiliki keterkaitan dengan solusi pada tahap sebelumnya [4]. Dengan kata lain, pemrograman dinamis adalah metode penyelesaian masalah dengan cara menguraikan solusi menjadi beberapa langkah atau tahapan sehingga solusi optimal dapat diperoleh dengan mempertimbangkan serangkaian keputusan yang saling berkaitan. *Dynamic Programming* dapat diaplikasikan untuk menggantikan beberapa algoritma dengan permasalahan yang sesuai dengan karakteristik *Dynamic Programming* misalnya shortest path, maximum flow, travel salesman problem, knapsack.

Dalam *Dynamic Programming* terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan untuk mendapatkan solusi optimal yaitu dengan pendekatan maju (*Forward* atau up-down) dan pendekatan mundur (*Backward* atau bottom-up) [5]. Kedua pendekatan tersebut dapat digunakan dalam menyelesaikan suatu permasalahan optimasi. Namun pada kondisi tertentu permasalahan dengan pendekatan *Forward* akan menghasilkan nilai optimal yang berbeda apabila diselesaikan dengan menggunakan pendekatan *Backward*. Rangkaian keputusan optimal pada *Dynamic Programming* sesuai dengan prinsip optimalitas yaitu “jika solusi total optimal, maka bagian solusi sampai tahap ke-k juga optimal” [4]. Oleh Karena itu pada tugas akhir ini akan mencoba untuk menganalisis apa saja yang akan mempengaruhi perbedaan hasil optimasi tersebut dengan menggunakan sebuah studi kasus distribusi produk air kemasan galon di depot air minum isi ulang Banyu Belik di daerah Purwokerto.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan diteliti pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut::

1. Apa faktor yang membedakan antara penyelesaian *Dynamic Programming* dengan pendekatan *Forward* dan *Backward*?
2. Apakah pendekatan *Forward* dan *Backward* akan menghasilkan solusi optimal akhir yang sama?
3. Bagaimana kinerja algoritma *Dynamic Programming* jika dibandingkan dengan kombinasi *Genetic Algorithm* (GA) dan tabu search yang lain?

1.3 Batasan Permasalahan

Batasan permasalahan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Analisis dilakukan antara pendekatan *Forward* dan *Backward* pada *Dynamic Programming* dengan membandingkan antara hasil optimasi keduanya serta tahapan yang dilakukan.
2. Sumber data yang digunakan adalah data dari depot air minum isi ulang Banyu Belik di daerah Purwokerto, Jawa Tengah per bulan Februari 2015. Dengan data yang dipergunakan meliputi data permintaan pelanggan aktif, matriks jarak, jenis armada mobil yang digunakan, jumlah armada mobil dan muatan armada.
3. Studi kasus yang digunakan hanya menggunakan kendaraan mobil

1.4 Tujuan

Tujuan yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah menyelesaikan permasalahan pada studi kasus distribusi produk air kemasan galon di depot air minum isi ulang Banyu Belik di daerah Purwokerto dengan menggunakan algoritma *Dynamic Programming* (DP) melalui dua pendekatan yaitu *Forward* dan

Backward untuk menemukan faktor yang berbeda pada masing-masing pendekatan serta mengetahui kinerja algoritma *Dynamic Programming* jika dibandingkan dengan kombinasi algoritma genetika dan tabu search.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Dapat menambah wawasan mengenai kinerja dan penerapan dari dua pendekatan dalam algoritma *Dynamic Programming* pada studi kasus.
2. Dapat menjadi referensi baru dalam mempelajari algoritma *Dynamic Programming*.

1.6 Relevansi

Di era globalisasi saat ini penerapan algoritma optimasi telah banyak diterapkan terutama pada sektor enterprise. Optimasi digunakan untuk memberikan proses bisnis yang lebih efisien, memaksimalkan pendapatan dan meminimalkan pengeluaran. Penerapan *dynamic programming* dalam proses distribusi akan menghasilkan rute optimal yang dapat dipergunakan dalam proses pengambilan keputusan. Hal mendasar dalam proses optimasi dengan menggunakan algoritma *dynamic programming* adalah pendekatan yang akan digunakan. Hasil dari tugas akhir ini berfokus pada analisa perbedaan pendekatan dalam algoritma *dynamic programming* melalui studi kasus distribusi galon dari depot menuju pelanggan dengan menggunakan prinsip *Travelling Salesman Problem (TSP)*. Pengembangan dari penelitian ini dapat menciptakan sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi nilai optimal dari masing-masing pendekatan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan disesuaikan dengan pelaksanaan pengerjaan tugas akhir yang dibagi menjadi 7 bab sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari hal-hal yang mendorong atau melatarbelakangi pentingnya dilakukan tugas akhir ini dengan beberapa komponen, yaitu latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, relevansi penelitian terhadap bidang keilmuan, serta sistematika penulisan yang diterapkan dalam memaparkan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penjelasan mengenai penelitian atau studi yang telah dilakukan sebelumnya yang mendukung tugas akhir dan konsep atau teori-teori yang memiliki keterkaitan terhadap topik yang diangkat, yaitu depot isi ulang banyu belik, riset operasi, program dinamis dan travelling salesman problem (TSP).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai tahapan-tahapan dalam pengerjaan tugas akhir, mulai dari perumusan masalah, studi literature, implementasi dynamic programming, analisis hasil hasil pendekatan dynamic programming hingga penyusunan laporan.

BAB IV PERANCANGAN

Pada bab ini dibahas mengenai perancangan proses pengolahan data yang terdiri dari pengumpulan dan pra-prosressing data, mengidentifikasi stage, mengidentifikasi status, menentukan decision, menentukan variable validasi dan mengidentifikasi rute.

BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini berisi tentang lingkungan uji coba, proses pengolahan data mulai dari stage awal hingga akhir sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Proses pengolahan data terbagi menjadi dua yaitu melalui pendekatan forward dan pendekatan backward.

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan analisis terhadap hasil yang didapat dari uji coba dynamic programming yang telah dilakukan yang diharapkan dapat menjadi penyelesaian permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini.

BAB VII PENUTUP

Bab terakhir ini merupakan penutup dari laporan tugas akhir yang berisi kesimpulan dan saran dari seluruh percobaan yang telah dilakukan untuk dibandingkan dengan tujuan dan permasalahan yang telah dijabarkan pada bab Pendahuluan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya dan dasar teori yang dijadikan acuan atau landasan dalam pengerjaan tugas akhir. Landasan teori akan memberikan gambaran secara umum dari landasan penjabaran tugas akhir ini.

2.1 Studi Sebelumnya

Beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir disajikan dalam tabel 2.1, 2.2 dan 2.3.

Tabel 2. 1 Paper Acuan 1

Judul Paper	<i>Dynamic Programming</i> -based hot spot identification approach for pedestrian crashes
Penulis	Aditya Medury, Offer Grembek
Tahun Terbit	2016
Latar Belakang	Network screening technique adalah salah satu teknik yang biasanya dilakukan oleh sebuah organisasi dalam menentukan lokasi dengan konsentrasi terjadinya kecelakaan yang tinggi. Banyak dari penelitian tersebut hanya berfokus pada kecelakaan yang terjadi pada automobile di jalan raya. Namun kekurangan dalam metode ini adalah belum terujinya apabila digunakan dalam lingkup yang lebih luas. Penelitian ini bermaksud untuk menentukan spot terjadinya kecelakaan pada pejalan kaki dengan menggunakan metode <i>Dynamic Programming</i> dan membandingkannya dengan metode sliding window.
Metodologi	<i>Dynamic Programming</i>

Hasil	<i>Dynamic Programming</i> merupakan metode yang tepat dalam penentuan hot spot. Metode ini mampu menyelesaikan batasan yang dimiliki oleh metode sliding window dan juga buffer-based network screening.
Saran/Penelitian Lebih Lanjut	Metode <i>Dynamic Programming</i> dapat dikembangkan lagi dengan multiple constraint dan atau multiple objective function.

Tabel 2. 2 Paper Acuan 2

Judul Paper	An approximate <i>Dynamic Programming</i> approach for improving accuracy of lossy data compression by bloom filters.
Penulis	Xinan Yang, Alexei Vernitski, Laura Carrea
Tahun Terbit	2015
Latar Belakang	Bloom filter merupakan salah satu metode dalam storing compress data. Data-data tersebut nantinya akan difilter ke dalam yes-no bloom filter, dimana yes-filter merupakan standard bloom filter dan no-filter adalah hasil filter yang tidak dikenali oleh yes-filter. Namun terkadang masih terdapat kesalahan dimana terdapat no-filter yang teridentifikasi sebagai yes-filter. Paper ini membahas bagaimana teknik optimasi yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan jumlah false positive yang dikenali oleh no-filter.
Metodologi	Approximate <i>Dynamic Programming</i> (ADP)
Hasil	ADP model akan efektif digunakan untuk menyelesaikan penyederhanaan ILP dengan mengurangi perbedaan pada model integer yang asli

Saran/Penelitian Lebih Lanjut	Dalam penelitian selanjutnya perlu dipertimbangkan multiple no filter. Selain itu terdapat tantangan untuk mengembangkan yes-no bloom filter menjadi struktur data yang lebih kompleks yang terdiri dari beberapa bagian yesno secara teratur
--------------------------------------	---

Tabel 2. 3 Paper Acuan 3

Judul Paper	Comparison between <i>Dynamic Programming</i> and genetic algorithm for hydro unit economic load dispatch.
Penulis	Bin XU, Ping-an ZHONG, Yun-fa ZHAO, Yu-zuo ZHU, Gao-qi ZHANG
Tahun Terbit	2014
Latar Belakang	Hydro unit Economic Load Dispatch (ELD) adalah hal yang sangat penting dalam konservasi energi dan pengurangan emisi. <i>Dynamic Programming</i> (DP) dan Genetic Algoritm (GA) adalah dua representative algoritma yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji kinerja dari DP dan GA dalam pengaplikasiannya pada ELD.
Metodologi	<i>Dynamic Programming</i> dan Genetic Algoritm.
Hasil	<ul style="list-style-type: none"> - Solusi optimal pada kasus low-dimentional misalnya dengan jumlah unit kurang dari 10 algoritma genetika lebih dapat diandalkan jika dibandingkan dengan <i>Dynamic Programming</i>. Namun pada kasus dengan high-dimentional, <i>Dynamic Programming</i> akan menghasilkan solusi yang lebih maksimal.

	- DP memiliki kinerja yang bagus dalam mendapatkan solusi yang stabil dan high-quality
Saran/Penelitian Lebih Lanjut	-

Tabel 2.1, 2.2 dan 2.3, beberapa penelitian terakhir telah mengimplemantasikan algoritma dynamic programming pada berbagai kasus diantaranya penentuan hotspot yang tersing terjadi kecelakaan terhadap pejalan kaki, filtering data dan di bidang Hydro unit Economic Load Dispatch (ELD)

2.2 Dasar Teori

Berisi teori-teori yang mendukung serta berkaitan dengan tugas akhir yang sedang dikerjakan.

2.2.1 Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik

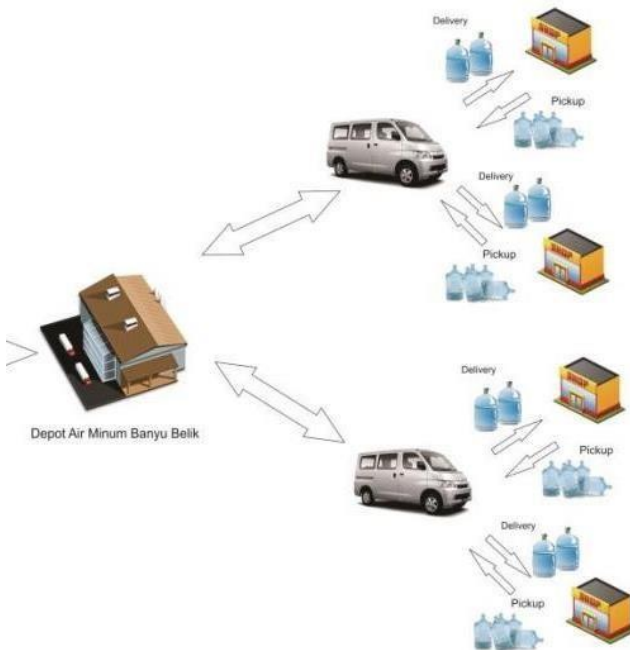
Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) Banyu Belik merupakan salah satu depot air minum yang terletak di daerah Banyumas tepatnya di Desa Karangnangka RT 01 RW 04, Kecamatan Kedungbaneng, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Depot air minum yang telah berdiri sejak tahun 2010 ini merupakan milik dari Bapak Wasis Wardhana yang merupakan warisan dari keluarganya.

Sejarah pemberian nama “Banyu Belik” ini berasal dari nama mata air yang yang didapatkan dan digunakan oleh Depot Air Isi Ulang (DAMIU) Banyu Belik ini. Setiap bulannya Depot Air Banyu Belik menjual kurang lebih 4000 galon. Penjualan tersebut dirasa kurang mengingat target yang ingin dicapai oleh depot air minum ini adalah mendapatkan status Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Dimana untuk dapat mencapai status tersebut target minimal yang harus dicapai

oleh Depot Air Minum Banyu Belik ialah 10.000 galon per bulan.

Dalam melakukan distribusi air minum, Depot Air Minum Isi Ulang (DAMIU) Banyu Belik telah mengirimkan galonkan ke berbagai daerah di beberapa kota dan kabupaten di Jawa Tengah. Beberapa kota tersebut antara lain di Kota Cilacap, Kabupaten Purbalingga, tepatnya di Kecamatan Pagedega dan Desa Banjarsari, selain itu distribusi juga dilakukan di Kabupaten Banyumas sendiri yaitu di Kecamatan Sumpiuh, Cilongok, Banyumas dan masih banyak lainnya.

Dalam pendistribusiannya, Banyu Belik memiliki 2 buah mobil Grandmax dengan maksimum angkut tiap mobil adalah 90 galon. Selain itu Banyu Belik juga memiliki 2 buah motor Tossa dengan maksimum angkut 16 galon setiap motornya. Untuk proses bisnisnya dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2. 1 Proses Bisnis DAMIU Banyu Belik

Dengan munculnya permasalahan mencari rute optimal untuk proses pengiriman Depot Air Minum Isi Ulang pada pelanggan aktif (optimasi rute) maka permasalahan ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Memiliki rute distribusi yang berawal dan berakhir dari dan ke depot awal
- Terdapat beberapa spot yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali
- Memiliki tujuan untuk meminimumkan total jarak yang harus ditempuh dengan mengatur urutan tempat yang harus dikunjungi

Berdasarkan karakteristik diatas maka dapat diketahui bahwa permasalahan optimasi rute tersebut dapat diuraikan menjadi beberapa solusi yang saling berkaitan dimana karakteristik ini

merupakan karakteristik dari *Dynamic Programming*. Dengan adanya kesesuaian karakteristik diatas maka dapat disimpulkan bahwa permasalahan tersebut juga dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Dynamic Programming*.

2.2.2 Riset Operasi

Riset Operasi memiliki pengertian sebuah teknik matematis yang digunakan dalam memodelkan dan menganalisis masalah pengambilan keputusan [5]. Tujuan dari Riset Operasi adalah untuk menghasilkan solusi terbaik (optimum) dengan sumber daya yang terbatas.

Beberapa teknik Riset Operasi yang sering digunakan adalah:

1. *Integer Programming*
Pada teknik ini variabel diasumsikan dalam nilai integer, maksudnya adalah variable input yang digunakan haruslah berupa bilangan bulat
2. *Dynamic Programming*
Teknik ini menyelesaikan permasalahan dengan memodelkannya menjadi model yang dapat diuraikan menjadi stage atau sub-problem.
3. *Network Programming*
Menyelesaikan permasalahan optimasi yang dapat dimodelkan menjadi bentuk network atau jaringan.
4. *Nonlinear Programming*

2.2.3 Program Dinamis

Program dinamis merupakan teknik pemecahan suatu masalah dengan mendekomposisi atau menguraikan solusi menjadi sekumpulan tahapan sehingga solusi yang didapatkan merupakan rangkaian keputusan yang saling memiliki keterhubungan di mana penentuan pengambilan keputusannya memaksimalkan seluruh keefektifannya [4]. Istilah program dinamis bisa muncul disebabkan adanya penggunaan tabel

dalam memperhitungkan solusi. Tujuan dari program dinamis adalah memudahkan penyelesaian persoalan optimasi yang memiliki karakteristik khusus dan mencari solusi dengan penentuan keputusan yang optimal [4]. Persoalan masalah yang dapat diselesaikan dengan menggunakan program dinamis adalah persoalan yang memenuhi tiga sifat dibawah ini [5] :

1. Ada sejumlah pilihan berhingga yang dapat dipilih.
2. Solusi pada tiap tahap saling berkaitan.
3. Adanya syarat optimasi dalam penentuan pilihan yang ada.

Ciri-ciri khusus yang dimiliki algoritma program dinamis adalah terdapat lebih dari satu rangkaian keputusan yang digunakan dalam pembuatan solusi. Selain itu terdapat prinsip optimalitas yang digunakan dalam pembuatan rangkain keputusan yang optimal [4]. Maksud dari prinsip optimalitas di sini adalah jika seluruh solusi optimal maka terdapat salah satu solusi pada tahap tertentu yang optimal juga. Artinya, jika ingin mendapatkan solusi pada salah satu tahap maka bisa dilihat solusi pada tahap sebelumnya saja tanpa harus kembali melihat solusi pada tahap awal.

Beberapa karakteristik yang dimiliki oleh program dinamis antara lain [13]:

1. Persoalan dapat dibagi menjadi beberap tahap, dimana di setiap tahapnya hanya akan diambil satu keputusan.
2. Setiap tahap terdiri atas sejumlah status yang saling berhubungan dengan status sebelumnya. Status yang dimaksud di sini adalah berbagai kemungkinan masukan yang ada pada tahap tersebut.
3. Ketika masuk ke suatu tahap, hasil keputusan akan transformasi.
4. Berlaku fungsi rekursif dimana ongkos (beban) pada suatu tahap akan meningkat secara teratur seiring bertambahnya jumlah tahapan.

5. Ongkos yang ada pada suatu tahap tergantung dari ongkos tahapan yang telah berjalan dan ongkos pada tahap itu sendiri.
6. Keputusan terbaik pada suatu tahap bersifat independen terhadap keputusan pada tahap sebelumnya.
7. Terdapat hubungan rekursif yang menyatakan bahwa keputusan terbaik dalam setiap status pada tahap k akan memberikan keputusan terbaik untuk setiap status pada tahap $k + 1$

Beberapa istilah yang digunakan dalam pemrograman dinamis adalah [12]:

- Stages. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam memformulasikan program dinamis adalah mengidentifikasikan stages atau tahapan dalam proses keputusan. Misalnya, terdapat (n) tahapan yang diberi label $1, 2, 3, \dots, n-1, n$.
- States. Diidentifikasi berdasarkan setiap stages atau tahapan yang menggambarkan status semua informasi dalam membuat keputusan. Misalnya, jika dalam stages 3 terdapat states 5, maka ditulis $S_3 = 5$.
- Decisions. Variabel keputusan atas stage i ditulis dengan d_i . Misalnya, dalam stage 3 terdapat states 5, maka d_3 mungkin sama dengan 7 atau 8 (menuju states 7 atau 8).
- Return functions. Untuk menghitung efektifitas digunakan fungsi dengan notasi f yang dapat berupa biaya, laba, jarak atau beberapa hitungan yang lain. Fungsi f tersebut dinamakan return function, misalnya, $f_i(s_i, d_i)$. Apabila nilai f_i optimum ditulis dengan $f_i^*(s_i)$ atau dikenal dengan istilah optimum return function.
- Recursions. Adalah persamaan yang menyatakan fungsi optimum, misalnya $f_i^*(s_i) = \min \{D(s_i, d_i) + f_{i+1}^*(d_i)\}$

Secara umum model dari dynamic programming dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f_n(S_n, D_n) = R_n + f_{n-1} * (S_n, D_n) \quad (1)$$

dengan:

$$\begin{aligned} f_n(S_n, D_n) &= \text{return pada tahap-}n \text{ dan nilai status input } S_n \\ S_n &= \text{kondisi awal} \\ S_{n-1} &= \text{kondisi akhir} \\ D_n &= \text{keputusan yang dibuat pada setiap tahap} \\ D_{n-1} &= \text{keputusan pada tahap akhir} \\ R_n &= \text{return function} \\ f_{n-1} * (S_n, D_n) &= \text{return optimal pada tahap } n-1 \text{ dari nilai} \\ &\quad \text{status input } S_{n-1} \text{ dan keputusan } D_{n-1} \end{aligned}$$

Kelebihan dan kelemahan metode *Dynamic Programming* [9]:
Kelebihan:

- Mengoptimalkan penyelesaian suatu masalah tertentu yang diuraikan menjadi sub-sub masalah yang lebih kecil yang terkait satu sama lain dengan tetap memperhatikan kondisi dan batasan permasalahan tersebut.
- Proses pemecahan suatu masalah yang kompleks menjadi sub-sub masalah yang lebih kecil membuat sumber permasalahan dalam rangkaian proses masalah tersebut menjadi lebih jelas untuk diketahui.
- Pendekatan *Dynamic Programming* dapat diaplikasikan untuk berbagai macam masalah pemrograman matematik, karena *Dynamic Programming* cenderung lebih fleksibel daripada teknik optimasi lain.
- Prosedur perhitungan *Dynamic Programming* juga memperkenankan bentuk analisis sensitivitas terdapat pada setiap variabel status (state) maupun pada variabel yang ada di masing-masing tahap keputusan (stage).
- *Dynamic Programming* dapat menyesuaikan sistematika perhitungannya menurut ukuran masalah

yang tidak selalu tetap dengan tetap melakukan perhitungan satu per satu secara lengkap dan menyeluruh.

Kelemahan:

Penggunaan *Dynamic Programming* jika tidak dilakukan secara tepat, akan mengakibatkan ketidakefisienan biaya maupun waktu. Karena dalam menggunakan *Dynamic Programming* diperlukan keahlian, pengetahuan, dan seni untuk merumuskan suatu masalah yang kompleks, terutama yang berkaitan dengan penetapan fungsi transformasi dari permasalahan tersebut

2.2.4 Travelling Salesman Problem

Traveling Salesman Problem pertama kali dikemukakan pada tahun 1800 oleh matematikawan Irlandia William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris Thomas Penyngton. Gambar 2.2 merupakan foto sebuah permainan Icosian Hamilton yang membutuhkan pemain untuk menyelesaikan perjalanan dari 20 titik menggunakan hanya jalur-jalur tertentu.



Gambar 2. 2 Permainan Icosian Hamilton

Bentuk umum dari TSP pertama dipelajari oleh para matematikawan mulai tahun 1930. Diawali oleh Karl Menger di

Viena dan Harvard. Setelah itu permasalahan TSP dipublikasikan oleh Hassler Whitney dan Merrill Flood di Princeton. Selanjutnya dengan permasalahan ini, TSP dibuat menjadi permasalahan yang terkenal dan populer untuk dipakai sebagai model produksi, transportasi dan komunikasi.

TSP dikenal sebagai suatu permasalahan optimasi yang bersifat klasik dan NonDeterministic Polynomial-time Complete (NPC), dimana tidak ada penyelesaian yang paling optimal selain mencoba seluruh kemungkinan penyelesaian yang ada. Permasalahan ini melibatkan seorang traveling salesman yang harus melakukan kunjungan sekali pada semua kota dalam sebuah lintasan sebelum dia kembali ke titik awal, sehingga perjalanannya dikatakan sempurna.

Definisi dari Traveling Saleman Problem yaitu diberikan n buah kota dan C_{ij} yang merupakan jarak antara kota i dan kota j , seseorang ingin membuat suatu lintasan tertutup dengan mengunjungi setiap kota satu kali. Tujuannya adalah memilih lintasan tertutup yang total jaraknya paling minimum diantara pilihan dari semua kemungkinan lintasan. Berikut ini adalah bentuk modelnya :

$$\text{Meminimalkan } Z = \sum_{(i,j) \in A} C_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

Dengan batas :

$$\sum_{\substack{i=0 \\ i \neq j}}^n x_{ij} = 1, \quad j = 0, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{j=0 \\ i \neq j}}^n x_{ij} = 1, \quad i = 0, \dots, n \quad (3)$$

Parameter :

n = jumlah kota / lokasi / pelanggan yang akan dikunjungi (n tidak termasuk tempat asal (base), yang diindekkan dengan $i = 0$).

C_{ij} = biaya / jarak traveling dari kota i ke kota j

A = sepasang arc / edge (i,j) yang ada. Note bahwa (i,j) yang dimaksud adalah arc yang ada dari node i ke node j .

Variable:

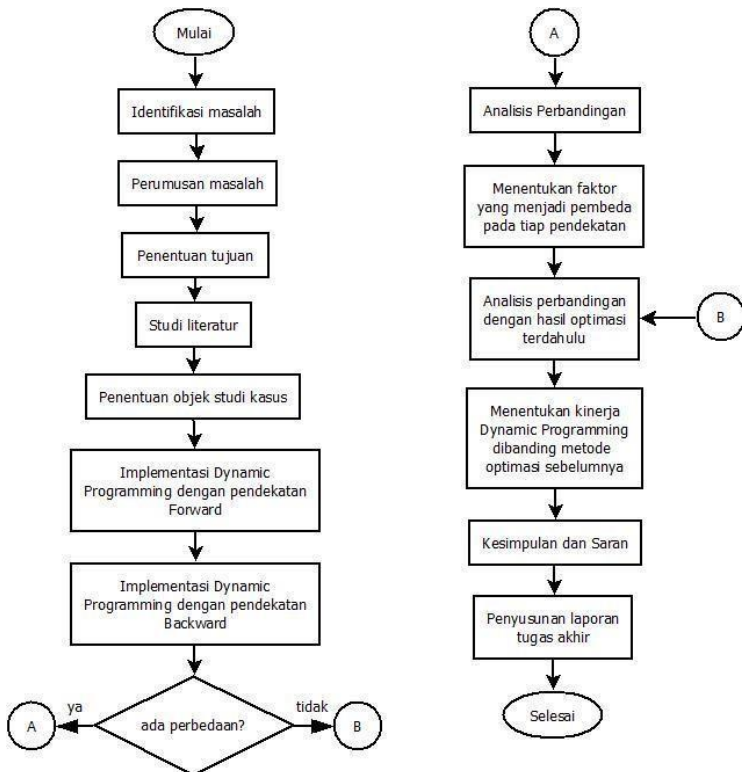
$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika ada perjalanan salesman dari titik } i \text{ ke } j \\ 0, & \text{jika tidak ada perjalanan salesman dari titik } i \text{ ke } j \end{cases}$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam tugas akhir agar terlaksana dengan terstruktur. Diagram alir metodologi tugas akhir dapat dilihat pada diagram alur gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3. 1 Diagram Metodologi

Data masukkan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah berasal dari tugas akhir berjudul “Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Air Minum Kemasan Galon Menggunakan Kombinasi Algoritma Genetika dan Pencarian Tabu di Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik, Purwokerto” oleh Nisa Setya Dini pada tahun 2015. Dengan data yang dipergunakan meliputi data permintaan pelanggan aktif, alamat pelanggan aktif, armada mobil yang digunakan dan muatan armada

3.1 Inisiasi

Tahap ini merupakan gabungan beberapa tahap dalam mengawali proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Beberapa proses tersebut diantaranya:

- Identifikasi Masalah
Pada tahap ini dilakukan penggalan dan Analisa topik apa yang akan menjadi pokok permasalahan serta metodologi seperti apa yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Pada Tugas Akhir ini topik yang menjadi pokok permasalahan adalah tentang pengujian hasil optimasi *Dynamic Programming* melalui dua pendekatan yaitu *Forward* dan *Backward*.
- Perumusan Masalah
Dalam perumusan masalah ditentukan lingkup permasalahan yang akan dikerjakan serta permasalahan apa saja yang akan diselesaikan melalui pengerjaan Tugas Akhir ini.
- Penentuan Tujuan
Menentukan apa tujuan yang ingin dicapai oleh tugas akhir ini serta menentukan manfaat apa yang dapat diperoleh dari hasil pengerjaan tugas akhir

3.2 Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan melalui berbagai sumber diantaranya buku, jurnal, artikel dan beberapa sumber terkait lainnya. Referensi yang diperoleh dari kegiatan studi literature ini berdasarkan topik atau permasalahan yang muncul pada tahap sebelumnya. Tujuan dilakukannya studi literature adalah untuk mendapatkan informasi-informasi yang reliable, terkini dan dapat dipertanggung jawabkan. Studi Literatur pada Tugas ini dimaksudkan untuk mengetahui dasar-dasar teori yang mendukung dan berkaitan dengan permasalahan yang ingin diselesaikan.

3.3 Penentuan Objek Studi Kasus

Dilakukannya penentuan objek studi kasus untuk mendapatkan data yang akan diuji. Studi kasus pada Tugas Akhir ini berdasarkan data pada Tugas Akhir sebelumnya dengan judul “Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Air Minum Kemasan Galon Menggunakan Kombinasi Algoritma Genetika dan Pencarian Tabu di Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik, Purwokerto” oleh Nisa Setya Dini pada tahun 2015. Hasil optimasi pada Tugas Akhir tersebut nantinya juga akan dilakukan perbandingan dengan hasil optimasi dari Tugas Akhir ini.

3.4 Implementasi *Dynamic Programming* dengan pendekatan *Forward* dan *Backward*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan matematis dari data studi kasus dengan menerapkan pendekatan dan metode yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Tugas Akhir ini mencoba mengimplementasikan metode *Dynamic Programming* dengan dua pendekatan yaitu *Forward* dan *Backward*. Output pada tahap ini adalah nilai optimal pada masing-masing pendekatan

3.5 Analisis Perbandingan Pendekatan

Dari hasil perhitungan matematis pada tahap sebelumnya, akan didapat nilai optimal untuk masing-masing pendekatan. Nilai optimal tersebut nantinya akan saling dibandingkan, melalui perbedaan atau persamaan nilai optimal tersebut. Apabila nilai optimal pada kedua pendekatan tersebut menghasilkan nilai yang berbeda maka dilakukan analisis terhadap tiap tahap optimasi di kedua pendekatan tersebut. Namun kalau hasil optimasi tersebut sama maka akan dilakukan analisis lebih lanjut dengan membandingkan dengan hasil optimasi pada metode terdahulu sehingga akan diketahui bagaimana kinerja dari algoritma *Dynamic Programming* itu sendiri

3.6 Analisis Perbandingan dengan Hasil Optimasi Terdahulu

Hasil optimasi yang telah dilakukan selanjutnya dibandingkan dengan hasil optimasi pada penelitian sebelumnya sehingga akan diperoleh hasil optimasi yang paling optimum diantara dua metode tersebut. Dari hasil perbandingan nilai optimum tersebut dapat diketahui kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan serangkaian tahapan yang telah dikerjakan maka ditarik garis besar hasil dari penelitian ini. Selain itu pada tahap ini juga akan memberikan rekomendasi yang bisa dilakukan untuk penelitian selanjutnya .

3.8 Penyusunan Buku Laporan Tugas Akhir

Tahapan terakhir adalah pembuatan laporan tugas akhir sebagai bentuk dokumentasi atas terlaksananya tugas akhir ini.

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan rancangan penelitian tugas akhir dalam proses pengumpulan data, gambaran input dan output, serta proses pengolahan data.

4.1 Pengumpulan dan Pra-processing Data

Pengumpulan dan pra-processing data merupakan proses awal yang dilakukan sebelum melakukan implementasi algoritma. Pada proses ini dijelaskan sumber data yang digunakan, variable yang dibutuhkan dan model pengolahan data sehingga dapat mempermudah proses implementasi algoritma.

4.1.1. Pengumpulan data

Data masukkan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah berasal dari tugas akhir berjudul “Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Air Minum Kemasan Galon Menggunakan Kombinasi Algoritma Genetika dan Pencarian Tabu di Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik, Purwokerto” oleh Nisa Setya Dini pada tahun 2015. Dengan data yang dipergunakan meliputi data permintaan pelanggan aktif, alamat pelanggan aktif, armada mobil yang digunakan dan muatan armada per bulan Februari 2015 (lihat Lampiran A). Data tersebut berupa matriks jarak antar node dalam satuan km. terdapat 21 node dengan node 1 merupakan node posisi depot banyu belik dan node 2 sampai dengan node 21 merupakan node lokasi pelanggan.

4.1.2. Pra-processing data

Pra-processing data merupakan tahapan pengolahan data setelah data dikumpulkan agar memudahkan untuk diproses pada tahapan utama. Data yang diperoleh berupa tabel himpunan jarak distribusi galon kepada pelanggan. Pada kasus ini data akan ditransformasi ke dalam bentuk jaringan

(*network*). Tujuan transformasi ini adalah agar data dapat lebih mudah untuk diterjemahkan proses alur penyelesaiannya. Model tabel data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.1.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>A</i>		ab	ac	ad
<i>B</i>	ab		bc	bd
<i>C</i>	ac	bc		cd
<i>D</i>	ad	bd	cd	

Tabel 4. 1 Model Data

Tabel 4.1 menggambarkan data dengan variable baris berupa daerah asal dan variable kolom merupakan daerah tujuannya. Proses pembacaan tabel ini juga dapat dilakukan sebaliknya yaitu variable baris menunjukkan daerah tujuan dan variable kolom merupakan daerah asal. Bagian tabel terdapat area yang diberikan warna merah yang menunjukkan titik dimana tidak dilakukan perpindahan atau proses distribusi. Pada titik ini tidak dilakukan proses perhitungan sehingga cell tersebut dapat dibiarkan kosong atau diberikan tanda untuk menghindari terjadinya kesalahan perhitungan. Pada proses perhitungan jarak berlaku aturan dimana jarak node A ke node B adalah sama dengan jarak node B ke node A.

Hasil transformasi data tabel ke dalam bentuk jaringan dapat dilihat pada gambar 4.1.

Stages adalah tahapan atau langkah yang dilakukan dalam mencapai nilai optimal. Dalam merumuskan stages perlu ditentukan terlebih dahulu pendekatan *Dynamic Programming* yang akan digunakan. Proses penyelesaian *Dynamic Programming* dengan pendekatan *Forward* akan berbeda dengan pendekatan *Backward*. Perbedaan tersebut terletak pada penulisan stage dan juga acuan titik keberangkatannya. Penulisan stages dapat dilakukan dengan memberikan label 1, 2, 3,..., n-1, n. Proses penentuan stage dapat dilakukann sebagai berikut:

- Stage 1 : merupakan perhitungan titik awal (A) menuju titik tujuan yang pertama (B1, C1, D1).
- Stage 2 : merupakan perhitungan titik tujuan pertama (B1, C1, D1) menuju titik tujuan ke dua (B2, C2, D2).
- Stage 3 : merupakan perhitungan titik tujuan ke dua (B2, C2, D2) menuju titik tujuan terakhir (kembali ke titik semula)

4.3 Mengidentifikasi Status

Status merupakan kondisi awal (S_n) dan kondisi akhir (S_{n-1}) pada setiap tahap atau stages, dimana pada tahap tersebut keputusan dibuat (D_n). Status akhir (S_n) pada sebuah tahap tergantung kepada status awal dan keputusan yang dibuat pada tahap sebelumnya (S_{n-1}). Status akhir pada suatu akan menjadi masukkan bagi tahap berikutnya.

4.4 Menentukan Decision

Decision atau keputusan adalah output yang dihasilkan dari setiap stage yang kemudian akan menjadi masukkan untuk stage berikutnya. Keputusan yang dibuat pada setiap tahap (D_n) merupakan keputusan yang berorientasi kepada return yang diakibatkan pada stage sebelumnya (D_n), decision akan mempertimbangkan setiap kemungkinan tingkat optimum yang muncul.

4.5 Menentukan Variable Validasi

Variable validasi digunakan untuk memastikan tidak terjadinya kesalahan pada setiap proses perhitungan. Terdapat dua variable validasi yang digunakan yaitu validasi terhadap kemungkinan munculnya dua atau lebih nilai titik optimum dan validasi terhadap rute terlarang. Validasi terhadap kemungkinan munculnya dua atau lebih titik optimum maksudnya adalah mengevaluasi decision pada setiap stage apabila terdapat dua

atau lebih titik optimum maka kemungkinan rute yang muncul juga akan diperhitungkan. Sedangkan validasi terhadap rute terlarang adalah dilakukan dengan pemberian simbol terhadap rute yang tidak boleh dilalui.

4.6 Identifikasi Rute

Identifikasi rute dilakukan berdasarkan pada setiap keputusan rute yang diambil pada setiap stage yang berkaitan. Pada prosesnya setiap stage dapat dilakuakn tracking rute yang dipilih berdasarkan keputusan-keputusan terkait sebelumnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V IMPLEMENTASI

Pada bab ini berisi tentang proses pengolahan data yang didapatkan dari tahap rancangan sebelumnya

5.1 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba membahas tentang lingkungan pengujian yang digunakan dalam implementasi tugas akhir ini. Lingkungan uji coba meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam implementasi ini ditunjukkan pada Tabel 6.1 dan Tabel 6.2 dibawah ini.

Tabel 5. 1 lingkungan uji joba hardware

Perangkat Keras	Spesifikasi
Jenis	Notebook ASUS
Processor	Intel Core i5
RAM	4GB
Hard Disk Drive	1 TB

Tabel 5. 2 lingkungan uji coba software

Perangkat Lunak	Fungsi
Windows 10 Pro	Sistem Operasi
Microsoft Excel 2016	Membuat Model Matematis

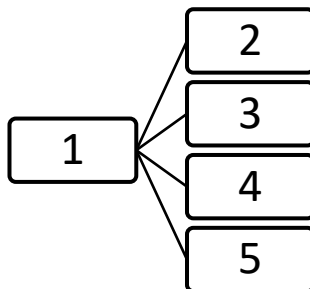
Perangkat Lunak	Fungsi
	Mengolah Data
	Melakukan Validasi

5.2 Forward

Uji coba yang dilakukan pada pendekatan forward hanya dilakukan satu kali, yaitu dengan node awal berupa node 1. Hal ini dikarenakan pendekatan forward merupakan pendekatan yang dilakukan dari depan (titik awal) menuju titik tujuan.

5.2.1 Stage awal (stage 1)

Stage awal (stage 1) menunjukkan adanya setiap kemungkinan rute yang dapat dipilih untuk menjadi rute optimal. Pada stage ini semua node memiliki kemungkinan yang sama untuk menjadi nilai optimal. stage ini tidak dipengaruhi oleh stage manapun. Hasil dari stage ini nantinya akan menjadi inputan pada stage stage selanjutnya. Nilai yang muncul adalah menunjukkan jarak antara node awal (node 1) menuju node-node lainnya. Tahapan ini dapat digambarkan dengan gambar 5.1.



Gambar 5. 1 contoh stage 1 pendekatan forward

Pada gambar 5.1 menunjukkan bahwa node 1 menuju ke masing-masing node memiliki peran yang sama. jarak dari node 1 menuju masing-masing node dapat ditulis sebagai berikut.

a = jarak node 1 menuju node 2

b = jarak node 1 menuju node 3

c = jarak node 1 menuju node 4

d = jarak node 1 menuju node 5

Proses pengolahan data akan dimulai melalui stage 1, stage ini adalah stage awal dimana titik awal berupa node 1 dan titik tujuan berupa node 2, 3, 4, ... , 21. Node awal dan node tujuan ini akan berbeda untuk masing-masing pendekatan. Proses stage 1 dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 menunjukkan jarak yang harus ditempuh untuk mencapai titik tujuan yang dimulai dari node awal. Node awal yang digunakan dalam pendekatan forward adalah node 1, sedangkan untuk pendekatan backward node awal dapat berasal dari node 2, 3, 4, ..., 21. Tabel 5.1 dibawah ini adalah stage 1 yang dipergunakan dalam pendekatan forward.

Tabel 5. 3 jarak node 1 menuju node tujuan dalam satuan km

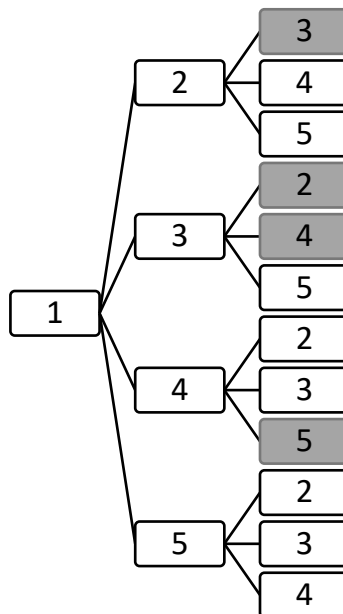
Stage 1	s \ x	f(s,x)	f*(s)	*
		1		
	2	18	18	*
	3	11.2	11.2	*
	4	8	8	*
	5	28.5	28.5	*
	6	33.4	33.4	*
	7	26.7	26.7	*
	8	42.2	42.2	*
	9	19.5	19.5	*
	10	14.7	14.7	*
	11	30.2	30.2	*
	12	11.6	11.6	*
	13	8.8	8.8	*
	14	45.3	45.3	*
	15	6.4	6.4	*
	16	21.1	21.1	*
	17	34.8	34.8	*
	18	54	54	*
	19	54.1	54.1	*
20	45.2	45.2	*	
21	55.9	55.9	*	

Stage 1 terdapat beberapa variable diantaranya s , x , $f(s,x)$ dan $f^*(s)$. Dimana s menunjukkan node tujuan, x menunjukkan node node $n-1$ untuk mencapai node n dan $f(s,x)$ menunjukkan jarak node asal (node 1) menuju node tujuan sedangkan $f^*(s)$ merupakan jarak optimum yang akan ditempuh. Pada stage 1, $f(s,x)$ memiliki nilai yang sama dengan $f^*(s)$, hal ini karea pada stage ini tidak terdapat kemungkinan node awal selain node 1, $f^*(s)$ pada stage 1 akan berbeda dengan $f^*(s)$ pada stage berikutnya dimana titik awal node pada stage 2, 3, ..., 21 memiliki titik awal yang lebih banyak. Tanda (*) pada kolom terakhir menunjukkan bahwa setiap node tujuan

memiliki kemungkinan menjadi node optimal pada stage atau tahap berikutnya.

5.2.2 Stage 2

Tahapan ini menggunakan hasil dari stage 1 sebagai masukan. Hasil dari stage 2 ini merupakan total jarak yang ditempuh pada stage 1 (node 1 menuju node x) dan jarak node x menuju masing masing node yang belum dilalui



Gambar 5. 2 contoh alur stage 2 pendekatan forward

Gambar 5.2 diatas menunjukkan pemilihan jarak node tujuan (node 2, node 3, node 4 dan node 5) melalui stage 1. Node node akhir yang diarsir menunjukkan jarak node tujuan yang paling optimal pada saat itu. Gambar 5.2 juga dapat diterjemahkan menjadi serangkaian hasil keputusan sebagai berikut.

- Jarak yang ditempuh menuju node 2 melalui node 3 lebih optimal jika dibanding dengan jarak tempuh menuju node 2 melalui node 4 dan node 5
- Jarak yang ditempuh menuju node 3 melalui node 2 lebih optimal jika dibanding dengan jarak tempuh menuju node 3 melalui node 4 dan node 5
- Jarak yang ditempuh menuju node 4 melalui node 3 lebih optimal jika dibanding dengan jarak tempuh menuju node 4 melalui node 2 dan node 5
- Jarak yang ditempuh menuju node 5 melalui node 4 lebih optimal jika dibanding dengan jarak tempuh menuju node 5 melalui node 2 dan node 3

Stage kedua dilakukan perhitungan jarak dengan kemungkinan pemilihan node awal (S_{n-1}) yaitu node 2, 3, ..., 21. Dari sekian kemungkinan titik awal maka untuk mencapai node tujuan dipilih salah satu node awal yang paling optimum. Variable $f^*(s)$ mengidentifikasi jarak paling kecil (optimum) yang akan dipilih, sedangkan kolom (*) mengidentifikasi node awal mana yang memiliki jarak minimum tersebut.

Validasi dilakukan pada kolom validasi dan baris X. Baris X menunjukkan jumlah node dengan nilai x yang berarti tidak dapat dilewati. Kolom validasi akan menghitung jumlah node yang memiliki jarak optimum yang tertera pada kolom $f^*(s)$. Pada tahap ini kolom validasi tidak menemukan node dengan nilai optimum lebih dari 1. Hal ini menandakan bahwa tidak ada rute alternatif yang muncul untuk setiap rute tujuan.

Apabila dalam suatu stage ditemui nilai validasi adalah lebih dari 1, maka pada stage selanjutnya dapat dilakukan percabangan perhitungan optimalisasi. Percabangan rute tersebut berdasarkan pada node-node yang boleh dilewati pada stage tersebut. Melalui percabangan rute alternatif dapat ditemukan rute-rute lain yang dapat digunakan untuk mencapai suatu titik tujuan.

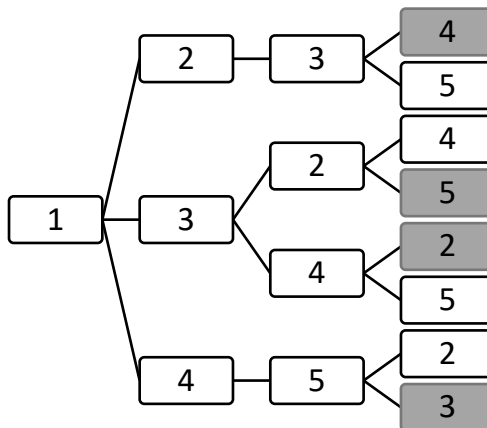
Tabel 5. 4 pendekatan forward stage 2

	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage 2	2	X	25.4	29.5	51.5	68.6	46.6	90.6	46.3	36.7	60.4	30.9	33.8	101	24.9	47.3	84.4	106	106	80.8	108	24.9	15	1
	3	32.2	X	22.6	48.2	61.1	43.2	80.3	40	29.8	67.7	23.9	16.8	94.7	18	58.5	76.8	103	103	86.7	107	16.8	13	1
	4	39.5	25.8	X	61.7	73.1	56.7	90.6	46.3	36.7	57.4	30.9	23.8	92.3	21	53.5	76.4	113	114	97.2	117	21.15	11	1
	5	41	30.9	41.2	X	43.2	31.7	77.3	44.2	43.4	67.7	33.2	29.5	115	32.9	74.8	69.4	88.1	88.3	90	106	29.5	13	1
	6	53.2	38.9	47.7	38.3	X	41.1	79.1	49.5	48.7	61.6	38.5	34.7	120	38.1	79.9	95.7	79.3	79.5	68.4	88.4	34.7	13	1
	7	37.9	27.7	38	33.5	47.8	X	79.2	44	41.4	68.7	33	27.4	101	30.8	74.5	77.3	93.1	93.3	80.7	96.8	27.4	13	1
	8	66.4	49.3	56.4	63.6	70.3	63.7	X	42.4	42.6	61.4	43.7	44.1	111	41.9	70.4	78.2	100	101	93.9	104	41.9	15	1
	9	44.8	31.7	34.8	53.2	63.4	51.2	65.1	X	20.1	44.3	21.2	22.3	58.2	19.4	49.7	64.4	103	103	94	107	19.4	15	1
	10	40	26.3	30	57.2	67.4	53.4	70.1	24.9	X	41.3	17.3	18.4	86.4	15.5	47.9	63.7	105	105	93.8	108	15.5	15	1
	11	55.5	38.4	45.5	59.9	71.9	57.9	56.3	30.6	30.9	X	32.8	33.2	103	31	60.5	67.9	103	103	96.6	107	30.6	9	1
	12	37.3	23.5	27.3	50.1	60.3	48.1	74.3	29.1	20.4	51.4	X	13.2	92.3	12.7	52.5	68.3	101	101	89	105	12.7	15	1
	13	43	19.2	23	49.2	59.3	45.3	77.5	33	24.3	54.6	16	X	144	13	55.5	71.3	102	102	89.5	105	13	15	1
	14	73.7	60.6	55	97.8	108	82.7	108	32.4	55.8	87.8	58.6	107	X	48.6	68.9	79.7	147	147	138	150	32.4	9	1
	15	36.5	22.8	22.6	55	65.1	51.1	77.7	32.5	23.8	54.8	17.9	15.4	87.5	X	47.8	64.9	106	106	93.7	110	15.4	13	1
	16	44.2	48.6	40.4	82.2	92.2	80.1	91.5	48.1	41.5	69.6	43	43.2	93.1	33.1	X	58.9	108	109	99.1	112	33.1	15	1
	17	67.6	53.2	49.6	63.1	94.3	69.2	85.6	49.1	43.6	63.3	45.1	45.3	90.2	36.5	45.2	X	132	132	125	139	36.5	15	1
	18	69.7	60	67.3	62.6	58.7	65.8	88.2	68.3	65.3	79	58.8	56.4	138	58.2	75.1	113	X	55.1	58.1	57.2	55.1	19	1
	19	69.8	60.1	67.4	62.7	58.8	65.9	89.2	68.4	65.4	79.1	58.8	56.4	138	58.3	76.1	113	55	X	60.1	59.2	55	18	1
	20	53.6	52.7	60	73.3	56.6	62.2	90.9	68.3	63.3	81.6	55.4	53.1	138	54.9	75	115	66.9	69	X	70.5	52.7	3	1
	21	70.4	61.8	69.2	78.5	65.9	67.6	90.1	70.2	67.2	80.8	60.6	58.3	140	60.1	77	118	55.3	57.4	59.8	X	55.3	18	1
		X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

Pada tabel diatas dapat diketahui bahwa pada stage ini berlaku aturan rute tujuan x melalui node y akan berbeda nilainya dengan rute tujuan y melalui node x. Singkatnya adalah rute dengan tujuan 2 melalui node 3 (rute 1-3-2) dengan jarak 25.4 berbeda dengan rute tujuan 3 melalui node 2 (1-2-3) dengan jarak 32.2

5.2.3 Stage 3, 4, ..., 19

Pada stage 3, 4 hingga 19 dilakukan iterasi yang sama dengan stage 2 yaitu melakukan pemilihan rute optimal untuk masing-masing node tujuan. Pada stage ini terjadi eliminasi pada node node yang bukan rute optimal, dapat dilihat pada gambar 5.3 bahwa pada stage 1 untuk node 1 menuju node 5 terjadi eliminasi. Selain itu eliminasi juga dilakukan pada node-node yang telah dilalui, hal ini dilakukan untuk menghindari node yang sama dikunjungi lebih dari satu kali. Eliminasi ini dapat dilihat pada gambar 5.3 dimana pada rute node 4 yang diarsir tidak ada node yang sama dikunjungi lebih dari sekali.



Gambar 5. 3 contoh proses stage 3 pendekatan forward

Untuk implementasi data dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5. 5 pendekatan forward stage 3

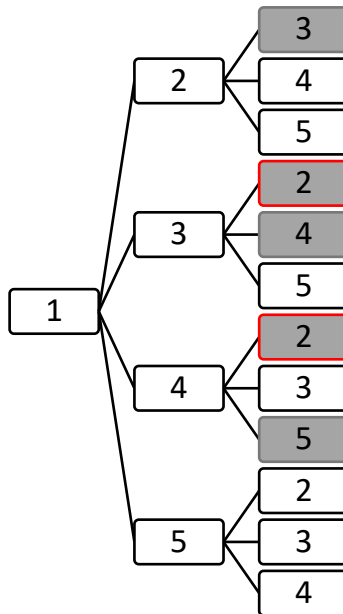
	s x	f(s,x)																				f*(s)		*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage3	2	X	31	42.5	52.5	69.9	47.3	90.3	46.2	37.5	68.1	32	38	88.1	33.9	59.3	86.1	107	107	88.3	108	31	3	1	
	3	39.1	X	35.6	49.2	62.4	43.9	80	39.9	30.6	57.8	35	21	81.8	27	70.5	78.5	104	104	X	106	21	13	1	
	4	46.4	31.4	X	62.7	74.4	57.4	90.3	46.2	37.5	68.1	32	28	79.4	30	65.5	78.1	114	114	105	117	28	13	1	
	5	47.9	36.5	54.2	X	44.5	32.4	77	44.1	44.2	62	34.3	33.7	102	41.9	86.8	71.1	89.2	89.2	97.5	105	32.4	7	1	
	6	60.1	44.5	60.7	39.3	X	41.8	78.8	49.4	49.5	69.1	39.6	38.9	107	47.1	91.9	97.4	80.4	80.4	75.9	87.8	38.9	13	1	
	7	44.8	33.3	51	34.5	49.1	X	78.9	43.9	42.2	61.8	34.1	31.6	88.4	39.8	86.5	79	94.2	94.2	88.2	96.2	31.6	13	1	
	8	73.3	54.9	69.4	64.6	71.6	64.4	X	42.3	43.4	44.7	44.8	48.3	98.3	50.9	82.4	79.9	101	102	101	103	42.3	9	1	
	9	51.7	37.3	47.8	54.2	64.7	51.9	64.8	X	20.9	X	22.3	26.5	X	28.4	61.7	66.1	104	104	102	106	20.9	10	1	
	10	46.9	31.9	43	58.2	68.7	54.1	69.8	24.8	X	46.8	18.4	22.6	73.5	24.5	59.9	65.4	106	106	101	108	18.4	12	1	
	11	62.4	44	58.5	60.9	73.2	58.6	56	30.5	31.7	X	33.9	37.4	90	40	72.5	69.6	104	104	104	106	30.5	9	1	
	12	44.2	29.1	40.3	51.1	61.6	48.8	74	29	21.2	51.8	X	17.4	79.4	21.7	64.5	70	102	102	96.5	104	17.4	13	1	
	13	49.9	X	36	X	X	X	77.2	32.9	25.1	55	17.1	X	131	X	67.5	73	103	103	97	105	17.1	12	1	
	14	80.6	66.2	68	98.8	109	83.4	108	32.3	56.6	88.2	59.7	111	X	57.6	80.9	81.4	148	148	145	150	32.3	9	1	
	15	X	28.4	X	56	66.4	51.8	X	X	X	55.2	X	X	74.6	X	X	X	107	107	101	109	28.4	3	1	
	16	46	54.2	53.4	83.2	93.5	80.8	91.2	48	42.3	70	44.1	47.4	80.2	42.1	X	60.6	109	110	107	111	42.1	15	1	
	17	59.7	58.8	62.6	64.1	95.6	69.9	85.3	49	44.4	63.7	46.2	49.5	77.3	45.5	57.2	X	133	133	133	138	44.4	10	1	
	18	78.9	65.6	80.3	63.6	60	66.5	87.9	68.2	66.1	79.4	59.9	60.6	125	67.2	87.1	114	X	X	65.6	X	59.9	12	1	
	19	79	65.7	80.4	63.7	60.1	66.6	88.9	68.3	66.2	79.5	59.9	60.6	125	67.3	88.1	114	X	X	67.6	58.6	58.6	21	1	
	20	70.1	58.3	73.3	74.3	57.9	62.9	90.6	68.2	64.1	82	56.5	57.3	125	63.9	87	117	68	69.9	X	69.9	56.5	12	1	
	21	80.8	67.4	82.2	79.5	67.2	68.3	89.8	70.1	68	81.2	61.7	62.5	127	69.1	89	119	56.4	58.3	67.3	X	56.4	18	1	
		X	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			

Pada stage 3 sampai dengan stage 19, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengeliminasi node-node awal (S_n-1) yang tidak memiliki kemungkinan untuk dilewati. Node-node awal tersebut tidak mungkin untuk dilewati karena node tersebut telah terlewati pada tahap sebelumnya. Hasil eliminasi node awal ini akan mengurangi jumlah node tujuan yang dapat dipilih. Jumlah node tujuan yang tidak dapat dilewati dapat diketahui melalui jumlah nilai X yang muncul setiap kolomnya. Dapat di setiap stage jumlah X pada setiap kolom dirumuskan dengan $y=n-1$ dimana variable y merupakan jumlah x yang muncul dan n merupakan stage ke- n .

Pada tabel 5.5 dapat dilihat bahwa muncul beberapa node yang tereliminasi yang tidak dapat dilalui. Salah satu rute yang tidak dapat dilalui adalah pada node tujuan 15 yang melalui node 2, maksudnya adalah node 2 tidak dapat dilalui untuk menuju node 15 karena pada stage 2 (lihat tabel 5.4) terdapat keputusan dimana untuk mencapai node 2 maka nilai optimal harus melalui node 15. Sehingga menghindari adanya rute 1-15-2-15 dimana node 15 dikunjungi 2 kali.

5.2.4 Stage dengan rute alternative

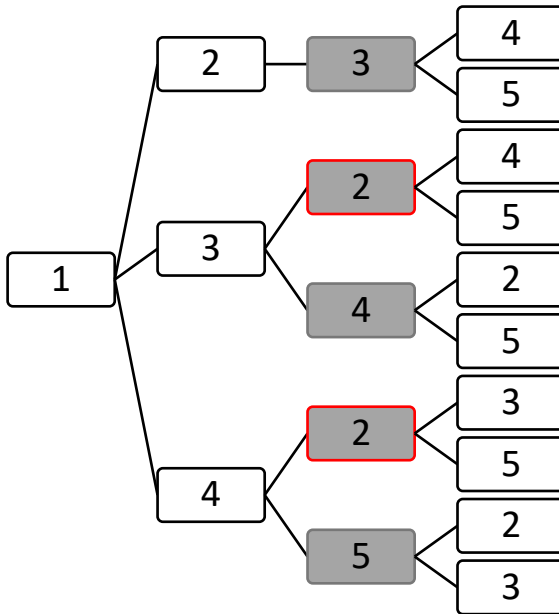
Pada beberapa stage, untuk mencapai suatu node akan dijumpai nilai optimum yang sama lebih dari satu. Terjadinya kemungkinan nilai optimum yang lebih dari satu tersebut menunjukkan bahwa adanya rute lain yang harus diperhitungkan dalam penyelesaiannya. Kondisi seperti ini tergambar pada gambar 5.4



Gambar 5. 4 contoh rute alternatif

Pada gambar 5.4 rute untuk mencapai node 2 memiliki nilai optimum yang lebih dari 1 yaitu dengan melalui node 3 dan dengan melalui node 4. Oleh Karena itu percabangan rute alternative tersebut perlu dilakukan perhitungan guna mendapatkan hasil optimalisasi yang lebih menyeluruh.

Setiap percabangan memiliki node-node yang berbeda untuk diselesaikan pada stage selanjutnya. Hal tersebut tergambar pada gambar 5.5. pada node 2 yang melalui node 3 memiliki pilihan node yang dapat dilewati pada stage selanjutnya yaitu node 4 dan node 5. Sedangkan node 2 yang melalui node 4 memiliki pilihan node yang dapat dilewati pada stage selanjutnya yaitu node 3 dan node 5



Gambar 5. 5 contoh rute alternatif 2

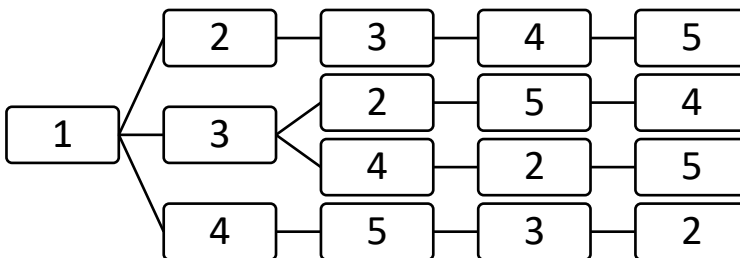
Dalam pengimplementasiannya dapat dilihat pada tabel 5.6, setiap rute keputusan yang diambil untuk mencapai node tujuan memiliki kemungkinan terdapat lebih dari 1 node awal yang dapat dilewati dengan nilai optimum yang sama. Hal tersebut seperti yang tergambar pada stage 13 pada pendekatan *Forward* pada tabel 5.4. rute dengan node tujuan 20 memiliki nilai validasi 2, hal itu menunjukkan bahwa untuk mencapai node 20 maka node optimum awal yang dapat dipilih berupa node 19 dan node 21 yang memiliki total jarak pada stage saat itu adalah 135.4.

Dengan munculnya kemungkinan rute baru yang dapat dipilih maka dilakukan seleksi untuk mengidentifikasi bahwa node-node rute alternative yang muncul adalah berbeda. Oleh karena itu dilakukan track rute pada node tersebut. Apabila diketahui bahwa kedua rute alternative tersebut memiliki node-node rute yang sama maka proses perhitungan dapat dilanjutkan pada stage berikutnya dengan menganggap rute yang ditempuh adalah sama. Namun apabila node-node pada rute alternatif adalah berbeda maka dilakukan perhitungan pada setiap rute alternative tersebut.

Perhitungan setiap cabang rute alternatif yang muncul dilakukan untuk perbandingan rute optimum mana saja yang dapat dipilih pada tahap atau stage terakhir.

5.2.5 Stage akhir

Stage terakhir merupakan stage final yang menunjukkan bahwa setiap node telah dikunjungi tepat satu kali. Stage ini dihasilkan dari berbagai keputusan pada stage sebelumnya serta proses eliminasi node-node yang tidak dapat dilalui karena telah dilalui pada stage sebelumnya.



Gambar 5. 6 stage terakhir pendekatan forward

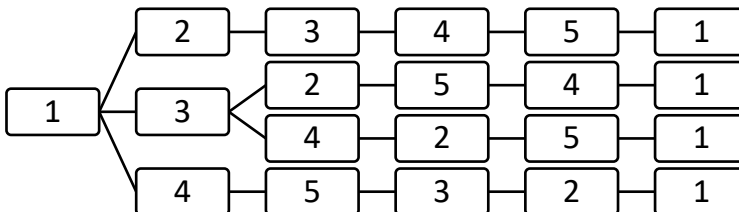
Implementasi dari stage ini dapat dilihat pada tabel 5.7

Tabel 5. 7 pendekatan forward - stage terakhir

s	x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage20	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	14	x	x	349	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	327	x	x	x	x	327.1	17	1	
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	351	x	351	x	x	x	x	x	350.5	14	1	
	18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	21	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	x		20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	20	19	19	20	20	20	20			

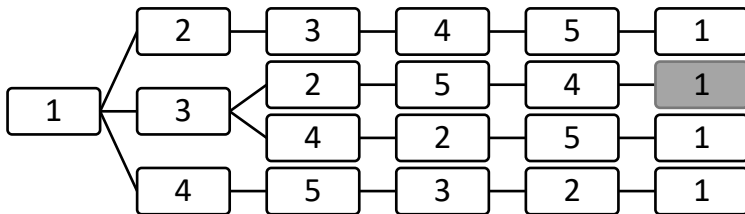
Proses perhitungan akan berhenti pada stage 20, dimana hanya terdapat satu rute yang dapat dilalui oleh node awal untuk mencapai node tujuan. pada tabel 5.5 menunjukkan proses perhitungan stage 20 untuk pendekatan *Forward*. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa terdapat 4 rute yang dapat dipilih. Dari 4 rute tersebut terdapat rute dengan node tujuan yang sama yaitu pada node tujuan 14 dapat dilalui dari node awal 4 dengan jarak tempuh rute 349 dan node 17 dengan jarak tempuh rute 327.1, selain itu pada node tujuan 17 juga dapat dilalui dari node awal 14 dengan jarak tempuh rute 350.5 dan node 16 dengan jarak tempuh rute 350.8. Dari dua pilihan node awal tersebut dipilih node yang memiliki rute dengan nilai optimum lebih kecil. Maka dipilih untuk mencapai node 14, node yang harus dilalui adalah node 17 dan untuk mencapai node 17 maka node yang harus dilalui adalah node 14.

Tahapan yang dilakukan setelah pemilihan rute pada stage 20 adalah menambahkan jarak rute kembali ke node 1 untuk pendekatan *Forward*. sehingga diperoleh total jarak yang ditempuh adalah 372.4 untuk rute tujuan 1 melalui node 14 dan 385.3 untuk rute tujuan 1 melalui node 17 dan 360,6 untuk rute tujuan 1 melalui node 4. Maka dari dua rute yang diperoleh dipilih rute yang memiliki nilai paling optimum ialah rute tujuan 1 melalui node 4. Proses ini dapat dilihat pada contoh data pada gambar 5.7



Gambar 5. 7 kembali ke node depot (node 1)

5.2.6 Identifikasi Rute



Gambar 5. 8 identifikasi rute

Pada contoh proses 5.8 dilakukan pemilihan rute dengan jarak paling optimal dari rute-rute yang tersedia. Pada contoh data pada gambar 5.8 dapat diketahui bahwa rute optimal yang dapat dilalui adalah rute 1-3-2-5-4-1

Pada hasil implementasi data identifikasi rute dapat dilakukan dengan melihat keputusan keputusan yang telah diambil pada stage sebelumnya. Identifikasi rute ini merupakan langkah terakhir dalam perhitungan *Dynamic Programming* yang sekaligus menjadi kesimpulan node-node mana saja yang harus dilalui untuk mencapai nilai optimum. Dari hasil tahapan sebelumnya telah diperoleh jarak minimum yang dapat dicapai dengan pendekatan *Forward* adalah 360,6. Maka rute node yang dilalui adalah 1-15-12-13-3-7-5-6-20-18-21-19-11-8-9-10-2-16-17-14-4-1

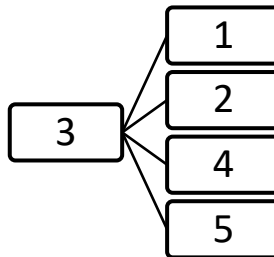
5.3 Backward

Pendekatan backward dan forward memiliki tahapan-tahapan atau stage yang sama. pada pengimplementasian ini, perbedaan kedua pendekatan terletak pada stage awal (stage 1). Pada stage awal, pendekatan forward diimplementasikan dengan nilai node awal adalah node 1 atau dengan kata lain letak dari depot air minum itu sendiri. Sedangkan pada pendekatan backward, node

awal dapat dilakukan melalui node-node pelanggan (selain node 1)

5.3.1 Stage 1

Pada prinsipnya stage awal (stage 1) pada pendekatan backward ini sama dengan stage 1 pada pendekatan forward dimana semua node memiliki kemungkinan yang sama untuk menjadi nilai optimal. Dengan data contoh yang sama dengan pendekatan forward, pada pendekatan ini node awal menggunakan salah satu node pelanggan (node 3). Stage ini tidak dipengaruhi oleh stage manapun. Hasil dari stage ini nantinya akan menjadi inputan pada stage stage selanjutnya. Nilai yang muncul adalah menunjukkan jarak antara node awal (node 3) menuju node-node lainnya. Tahapan ini dapat digambarkan dengan gambar 5.9.



Gambar 5. 9 contoh stage 1 pendekatan backward

Pada gambar 5.9 menunjukkan bahwa node 3 menuju ke masing-masing node memiliki peran yang sama. jarak dari node 3 menuju masing-masing node dapat ditulis sebagai berikut.

a = jarak node 3 menuju node 1

b = jarak node 3 menuju node 2

c = jarak node 3 menuju node 4

d = jarak node 3 menuju node 5

pada implementasi pada data sebenarnya dapat dilihat pada tabel 5.8

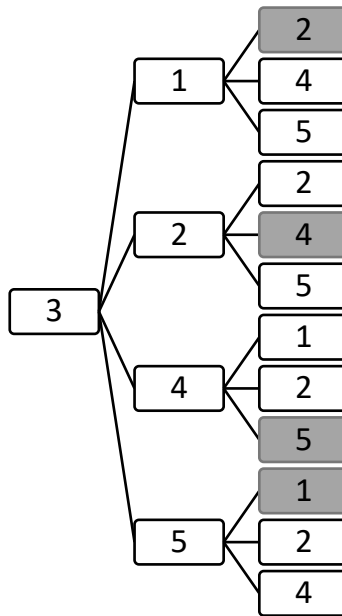
Tabel 5. 8 jarak node 3 menuju node tujuan dalam km

s \ x	f(s,x)	f*(s)	*
	3		
1	11.2	11.2	*
2	14.2	14.2	*
4	14.6	14.6	*
5	19.7	19.7	*
6	27.7	27.7	*
7	16.5	16.5	*
8	38.1	38.1	*
9	20.5	20.5	*
10	15.1	15.1	*
11	27.2	27.2	*
12	12.3	12.3	*
13	8	8	*
14	49.4	49.4	*
15	11.6	11.6	*
16	37.4	37.4	*
17	42	42	*
18	48.8	48.8	*
19	48.9	48.9	*
20	41.5	41.5	*
21	50.6	50.6	*

Tabel 5.8 menunjukkan tahapan pertama yang dilalui untuk stage 1 pendekatan backward dengan menggunakan node 3 sebagai node awal.

5.3.2 Stage 2

Tahapan ini dipengaruhi oleh keputusan pada stage 1. Hasil dari stage 2 ini merupakan total jarak yang ditempuh pada stage 1 (node 3 menuju node x) dan jarak node x menuju masing masing node yang belum dilalui



Gambar 5. 10 contoh proses stage 2 pendekatan backward

Gambar 5.10 diatas menunjukkan pemilihan jarak node tujuan (node 2, node 4, node 5 dan node 1) melalui stage 1. Node node akhir yang diarsir menunjukkan jarak node tujuan yang paling optimal pada saat itu. Gambar 5.10 juga dapat diterjemahkan menjadi serangkaian hasil keputusan sebagai berikut.

- Jarak yang ditempuh menuju node 2 melalui node 3 lebih optimal jika dibanding dengan jarak tempuh menuju node 2 melalui node 4 dan node 5
- Jarak yang ditempuh menuju node 3 melalui node 2 lebih optimal jika dibanding dengan jarak tempuh menuju node 3 melalui node 4 dan node 5
- Jarak yang ditempuh menuju node 4 melalui node 3 lebih optimal jika dibanding dengan jarak tempuh menuju node 4 melalui node 2 dan node 5

- Jarak yang ditempuh menuju node 5 melalui node 4 lebih optimal jika dibanding dengan jarak tempuh menuju node 5 melalui node 2 dan node 3

Pada implementasi data, dapat dilihat di tabel 5.9 stage kedua dilakukan perhitungan jarak dengan kemungkinan pemilihan node awal (S_{n-1}) yaitu node 1, 2, ..., 21. Dari sekian kemungkinan titik awal maka untuk mencapai node tujuan dipilih salah satu node awal yang paling optimum. Variable $f^*(s)$ mengidentifikasi jarak paling kecil (optimum) yang akan dipilih, sedangkan kolom (*) mengidentifikasi node awal mana yang memiliki jarak minimum tersebut.

Pada tabel 5.9 validasi dilakukan pada kolom validasi dan baris X. Baris X menunjukkan jumlah node dengan nilai x yang berarti tidak dapat dilewati. Kolom validasi akan menghitung jumlah node yang memiliki jarak optimum yang tertera pada kolom $f^*(s)$. Pada tahap ini kolom validasi tidak menemukan node dengan nilai optimum lebih dari 1. Hal ini menandakan bahwa tidak ada rute alternatif yang muncul untuk setiap rute tujuan.

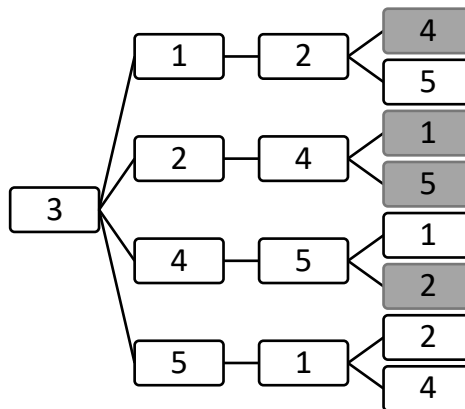
Tabel 5. 9 stage 2 pada pendekatan backward

	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage 2	1	X	32.2	22.6	48.2	61.1	43.2	80.3	40	29.8	57.4	23.9	16.8	94.7	18	58.5	76.8	103	103	86.7	107	16.8	13	1	
	2	29.2	X	36.1	42.7	62.9	36.4	86.5	47.3	37.1	64.7	31.6	33	105	30.1	63.6	91.6	101	101	77.1	103	29.2	1	1	
	3	19.2	35.7	X	52.9	67.4	46.5	86.5	47.3	37.1	64.7	31.6	23	96.4	26.2	69.8	83.6	108	108	93.5	112	19.2	1	1	
	4	39.7	37.2	47.8	X	37.5	21.5	73.2	45.2	43.8	58.6	33.9	28.7	11.9	38.1	91.1	76.6	82.9	83.1	86.3	101	21.5	7	1	
	5	44.6	49.4	54.3	29.5	X	30.9	75	50.5	49.1	65.7	39.2	33.9	124	43.3	96.2	103	74.1	74.3	64.7	83.1	29.5	5	1	
	6	37.9	34.1	44.6	24.7	42.1	X	75.1	45	41.8	58.4	33.7	26.6	105	36	90.8	84.5	87.9	88.1	77	91.5	24.7	5	1	
	7	53.4	62.6	63	54.8	64.6	53.5	X	43.4	43	41.3	44.4	43.3	115	47.1	86.7	85.4	94.8	95.9	90.2	98.5	41.3	11	1	
	8	30.7	41	41.4	44.4	57.7	41	61	X	20.5	38.3	21.9	21.5	62.3	24.6	66	71.6	97.6	97.8	90.3	101	20.5	10	1	
	9	25.9	36.2	36.6	48.4	61.7	43.2	66	25.9	X	43.4	18	17.6	90.5	20.7	64.2	70.9	99.4	99.6	90.1	103	17.6	13	1	
	10	41.4	51.7	52.1	51.1	66.2	47.7	52.2	31.6	31.3	X	33.5	32.4	107	36.2	76.8	75.1	97.6	97.8	92.9	101	31.3	10	1	
	11	22.8	33.5	33.9	41.3	54.6	37.9	70.2	30.1	20.8	48.4	X	12.4	96.4	17.9	68.8	75.5	96	96.1	85.3	99.6	12.4	13	1	
	12	20	39.2	29.6	40.4	53.6	35.1	73.4	34	24.7	51.6	16.7	X	148	18.2	71.8	78.5	96.4	96.5	85.8	100	16.7	12	1	
	13	56.5	69.9	61.6	89	102	72.5	104	33.4	56.2	84.8	59.3	106	X	53.8	85.2	86.9	141	142	134	145	33.4	9	1	
	14	17.6	32.7	29.2	46.2	59.4	40.9	73.6	33.5	24.2	51.8	18.6	14.6	91.6	X	64.1	72.1	101	101	90	104	14.6	13	1	
	15	32.3	40.4	47	73.4	86.5	69.9	87.4	49.1	41.9	66.6	43.7	42.4	97.2	38.3	X	66.1	103	104	95.4	107	32.3	1	1	
	16	46	63.8	56.2	54.3	88.6	59	81.5	50.1	44	60.3	45.8	44.5	94.3	41.7	61.5	X	127	127	122	133	41.7	15	1	
	17	65.2	65.9	73.9	53.8	53	55.6	84.1	69.3	65.7	76	59.5	55.6	142	63.4	91.4	120	X	49.9	54.4	51.9	49.9	19	1	
	18	65.3	66	74	53.9	53.1	55.7	85.1	69.4	65.8	76.1	59.5	55.6	142	63.5	92.4	120	49.8	X	56.4	53.9	49.8	18	1	
	19	56.4	49.8	66.6	64.5	50.9	52	86.8	69.3	63.7	78.6	56.1	52.3	142	60.1	91.3	122	61.7	63.8	X	65.2	49.8	3	1	
	20	67.1	66.6	75.8	69.7	60.2	57.4	86	71.2	67.6	77.8	61.3	57.5	144	65.3	93.3	125	50.1	52.2	56.1	X	50.1	18	1	
		X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Pada tabel 5.9 apabila dalam suatu stage ditemui nilai validasi adalah lebih dari 1, maka pada stage selanjutnya dapat dilakukan percabangan perhitungan optimalisasi. Percabangan rute tersebut berdasarkan pada node-node yang boleh dilewati pada stage tersebut. Melalui percabangan rute alternatif dapat ditemukan rute-rute lain yang dapat digunakan untuk mencapai suatu titik tujuan.

5.3.3 Stage 3, 4, ..., 19

Sama dengan pendekatan forward, pada stage 3, 4 hingga 19 dilakukan iterasi yang sama dengan stage 2 yaitu melakukan pemilihan rute optimal untuk masing-masing node tujuan. Pada stage ini terjadi eliminasi pada node node yang bukan rute optimal,. Selain itu eliminasi juga dilakukan pada node-node yang telah dilalui, hal ini dilakukan untuk menghindari node yang sama dikunjungi lebih dari satu kali. Eliminasi ini dapat dilihat pada gambar 5.11 dimana pada rute node 4 yang diarsir tidak ada node yang sama dikunjungi lebih dari sekali.



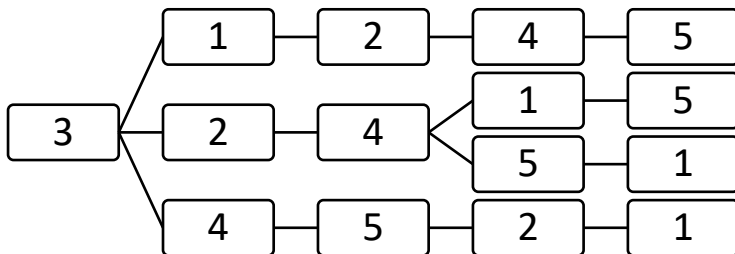
Gambar 5. 11 contoh proses stage 3 pendekatan backward

Proses implementasi data dapat dilihat pada tabel 5.10

Pada tabel 5.10 menunjukkan langkah yang dilakukan dalam stage 3 sampai dengan stage 19, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengeliminasi node-node awal (S_{n-1}) yang tidak memiliki kemungkinan untuk dilewati. Node-node awal tersebut tidak mungkin untuk dilewati karena node tersebut telah terlewati pada tahap sebelumnya. Hasil eliminasi node awal ini akan mengurangi jumlah node tujuan yang dapat dipilih. Jumlah node tujuan yang tidak dapat dilewati dapat diketahui melalui jumlah nilai X yang muncul setiap kolomnya. Dapat di setiap stage jumlah X pada setiap kolom dirumuskan dengan $y=n-1$ dimana variable y merupakan jumlah x yang muncul dan n merupakan stage ke- n .

5.3.4 Stage terakhir

Stage terakhir merupakan stage final yang menunjukkan bahwa setiap node telah dikunjungi tepat satu kali. Stage ini dihasilkan dari berbagai keputusan pada stage sebelumnya serta proses eliminasi node-node yang tidak dapat dilalui karena telah dilalui pada stage sebelumnya. Contoh proses stage terakhir pada pendekatan backward dapat dilihat pada gambar 5.12



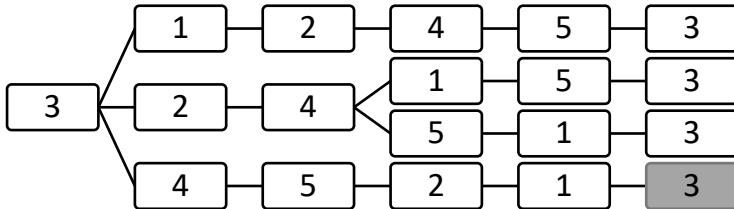
Gambar 5. 12 stage terakhir pendekatan backward

Implementasi data untuk stage terakhir dapat dilihat pada tabel 5.11

Tabel 5. 11 stage terakhir pendekatan backward

[illegible]

Tahapan yang dilakukan setelah pemilihan rute pada stage 20 seperti pada tabel 5.11 adalah menambahkan jarak rute kembali ke node 3 untuk pendekatan backward. sehingga diperoleh total jarak yang ditempuh adalah 384 km. untuk proses ini dapat dilihat pada gambar 5.13



Gambar 5. 13 jarak kembali ke node semula

5.3.5 Identifikasi Rute

Pada hasil implementasi data identifikasi rute dapat dilakukan dengan melihat keputusan keputusan yang telah diambil pada stage sebelumnya. Identifikasi rute ini merupakan langkah terakhir dalam perhitungan Dynamic Programming yang sekaligus menjadi kesimpulan node-node mana saja yang harus dilalui untuk mencapai nilai optimum. Dari hasil tahapan sebelumnya telah diperoleh jarak minimum yang dapat dicapai dengan pendekatan backward dengan node awal 3 adalah 384 km. Maka rute node yang dilalui adalah 3-13-12-10-9-15-1-4-2-7-5-6-18-19-21-20-16-17-14-11-8-3

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil dan pembahasan setelah melakukan implementasi. Hasil yang akan dijelaskan adalah hasil optimasi untuk setiap pendekatan.

6.1 Hasil Optimalisasi

Optimalisasi jarak distribusi air minum isi ulang ini dilakukan dengan dua pendekatan yaitu forward dan backward. Forward merupakan pendekatan yang dilakukan dengan mencari nilai optimum dari node awal menuju node tujuan. Sedangkan pendekatan backward merupakan pendekatan yang dilakukan untuk mencari nilai optimum dari node tujuan menuju node awal. Dalam studi kasus kali ini pendekatan forward dilakukan dengan node awal berupa node 1 dan node tujuan berupa node 2 sampai dengan 21. Sedangkan untuk pendekatan backward, node awal yang digunakan berupa satu node antara node 2 sampai dengan node 21 dengan node tujuan berupa node selain node awal.

Implementasi dilakukan dengan 7 kali uji coba dengan detail pendekatan forward dilakukan 1 kali dan pendekatan backward dilakukan 6 kali dengan node awal berupa node 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Hasil uji coba tersebut dapat dilihat pada tabel 6.3 dibawah ini.

Tabel 6. 1 Hasil Optimalisasi Dynamic Programming

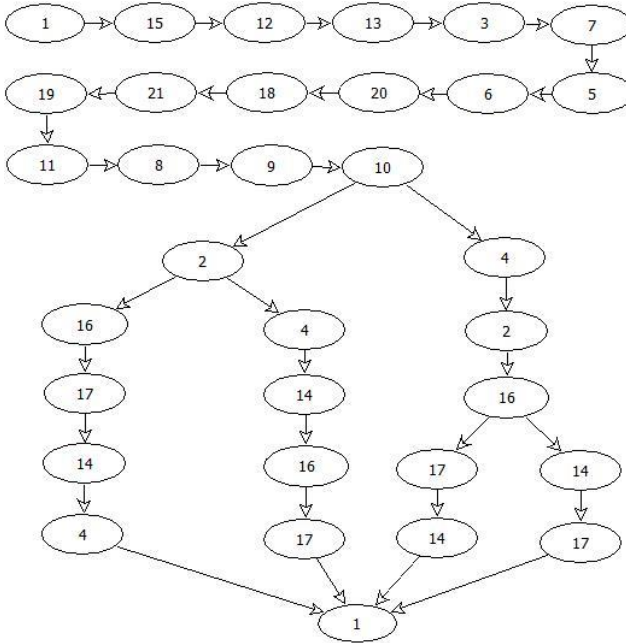
Pendekatan	Rute	Total Jarak
Forward Approach	1-15-12-13-3-7-5-6-20-18-21-19-11-8-9-10-4-2-16-17-14-1	372.4

Pendekatan	Rute	Total Jarak
	1-15-12-13-3-7-5-6-20-18-21-19-11-8-9-10-4-2-16-14-17-1	385.3
	1-15-12-13-3-7-5-6-20-18-21-19-11-8-9-10-2-16-17-14-4-1	360.6
	1-15-12-13-3-7-5-6-20-18-21-19-11-8-9-10-2-4-14-16-17-1	385.6
Backward Approach (3)	3-13-12-10-9-15-1-4-2-7-5-6-18-19-21-20-16-17-14-11-8-3	384
	3-13-12-10-9-15-1-4-2-7-5-6-18-19-21-20-16-17-11-8-14-3	391.8
	3-13-12-10-9-15-1-4-2-7-5-6-18-21-19-8-11-16-17-14-20-3	440.5
Backward Approach (4)	4-1-15-12-13-3-10-9-11-8-7-5-6-18-19-21-20-2-16-17-14-4	352.6
	4-1-15-12-13-3-10-9-11-8-7-5-6-18-19-21-20-2-16-14-17-4	370.9
Backward Approach (5)	5-7-6-20-18-21-19-13-12-10-9-15-1-4-3-2-16-17-14-11-8-5	381.4

Pendekatan	Rute	Total Jarak
	5-7-3-13-12-15-1-4-10-9-11-8-6-18-19-21-20-2-16-17-14-5	388.4
	5-7-6-20-18-21-19-13-12-10-15-14-11-8-9-14-3-2-16-17-5	361.7
Backward Approach (6)	6-5-7-3-13-12-15-1-4-10-9-11-8-18-19-21-20-2-16-17-14-6	387.1
	6-5-7-3-13-12-15-10-9-11-8-18-19-21-20-2-1-4-14-16-17-6	396
Backward Approach (7)	7-5-3-13-12-15-1-4-10-9-11-8-6-18-19-21-20-2-16-17-14-7	378.3
	7-5-3-13-12-15-1-4-10-9-11-8-6-18-19-21-20-2-16-14-17-7	388.5
Backward Approach (8)	8-11-9-10-12-13-15-1-4-3-7-5-6-18-21-19-20-2-16-17-14-8	349.1
	8-11-9-10-12-13-15-1-4-3-7-5-6-18-21-19-20-2-16-14-17-8	350.3

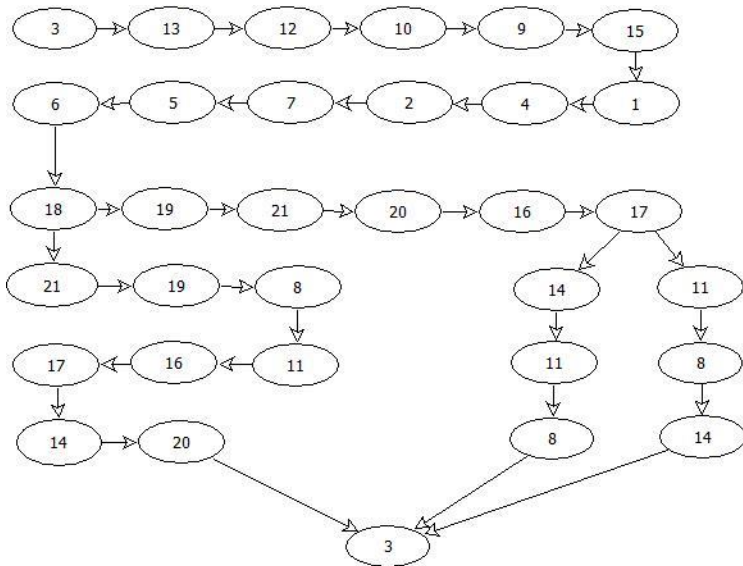
Tabel 6.3 menunjukkan pilihan rute yang dapat dilewati melalui masing-masing pendekatan. Dimana pendekatan forward

dilakukan dengan node awal 1 dan pendekatan backward (x) menunjukkan pendekatan backward dengan node awal adalah x.



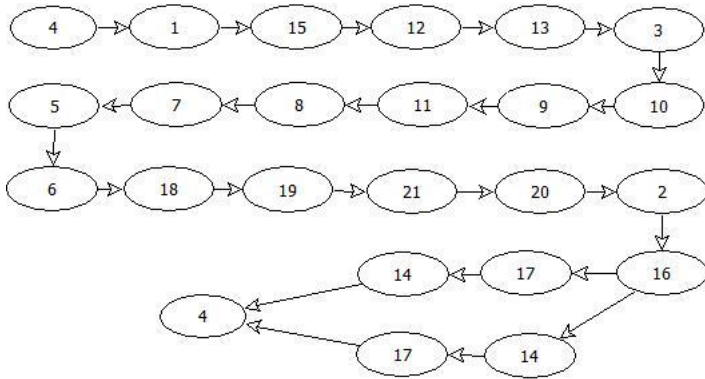
Gambar 6. 1 pilihan rute dengan pendekatan forward

Pada gambar 6.1 diketahui pendekatan forward memiliki nilai optimal 360.6 dengan rute 1-15-12-13-3-7-5-6-20-18-21-19-11-8-9-10-2-16-17-14-4-1, untuk perhitungan lebih detailnya dapat dilihat di lampiran B



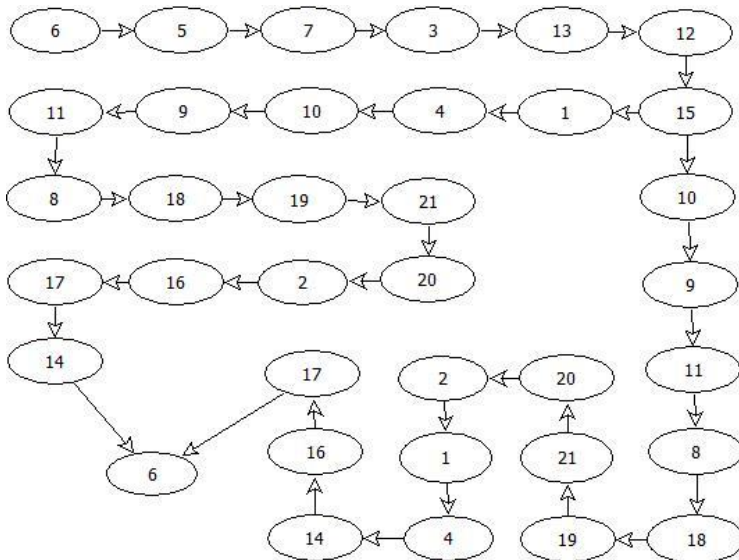
Gambar 6. 2 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 3

Pada gambar 6.2 diketahui pedekatan Backward dengan node 3 sebagai node awal memiliki nilai optimal 384 dengan rute 3-13-12-10-9-15-1-4-2-7-5-6-18-19-21-20-16-17-14-11-8-3, untuk perhitungan dataailnya dapat dilihat di lampiran C



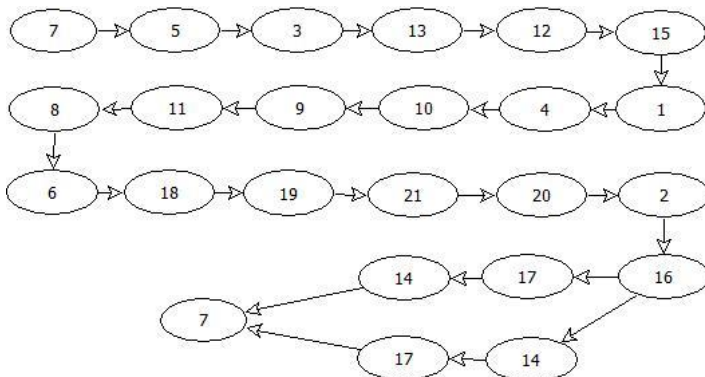
Gambar 6. 3 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 4

Pada gambar 6.3 diketahui pendekatan Backward dengan node 4 sebagai node awal memiliki nilai optimal 352.6 dengan rute 4-1-15-12-13-3-10-9-11-8-7-5-6-18-19-21-20-2-16-17-14-4



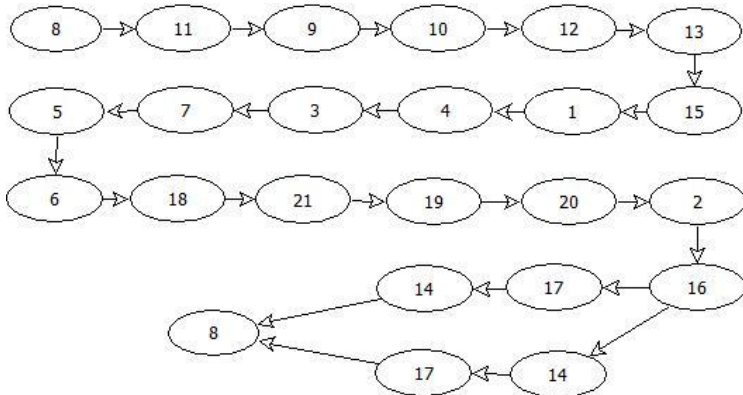
Gambar 6. 5 pilih rute dengan pendekatan backward dari node 6

Pada gambar 6.5 diketahui pendekatan Backward dengan node 6 sebagai node awal memiliki nilai optimal 387.1 dengan rute 6-5-7-3-13-12-15-1-4-10-9-11-8-18-19-21-20-2-16-17-14-6



Gambar 6. 6 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 7

Pada gambar 6.6 diketahui pendekatan Backward dengan node 7 sebagai node awal memiliki nilai optimal 378.3 dengan rute 7-5-3-13-12-15-1-4-10-9-11-8-6-18-19-21-20-2-16-17-14-7



Gambar 6. 7 pilihan rute dengan pendekatan backward dari node 8

Pada gambar 6.7 diketahui pendekatan Backward dengan node 8 sebagai node awal memiliki nilai optimal 350.3 dengan rute 8-11-9-10-12-13-15-1-4-3-7-5-6-18-21-19-20-2-16-14-17-8

Dari hasil optimalisasi diatas maka dapat ditarik nilai optimum untuk masing-masing metode pendekatan adalah sebagai berikut.

Perbedaan nilai optimal untuk masing-masing pendekatan dipengaruhi oleh perbedaan titik keberangkatan dan titik akhir. Titik keberangkatan yang berbeda akan menghasilkan hasil optimal pada stage ke- n yang berbeda pula dan pada titik optimal pada stage ke- n akan mempengaruhi nilai optimal pada stage ke $n+1$.

Faktor lain yang mengakibatkan adanya perbedaan nilai optimal untuk masing-masing pendekatan adalah karena karakteristik permasalahan Travelling Salesman Problem (TSP) yang tidak

memiliki titik tujuan yang tetap. Permasalahan studi kasus berfokus kepada penyusunan rangkaian node agar mencapai nilai yang optimal.

6.2 Objek Studi Kasus Sebelumnya

Metode yang sebelumnya digunakan untuk melakukan optimasi rute pengiriman barang dalam studi kasus Depot Air Minum Banyu Belik adalah metode kombinasi algoritma genetika dan pencarian tabu. Algoritma genetika memiliki kelebihan memberikan kemungkinan solusi yang banyak sedangkan pencarian tabu digunakan dalam menutupi kekurangan dari algoritma genetika yang kurang mampu dalam pengidentifikasian solusi lokal sehingga proses pencarian mengalami pengulangan pada daerah solusi yang sama [16].

Hasil uji coba menunjukkan rute yang diperoleh dengan menggunakan algoritma genetika dan pencarian tabu ialah 1-2-7-20-19-5-6-9-14-4-3-12-15-11-8-16-10-21-18-13-17-1 dengan nilai jarak optimum 771,6 km [16]

Dari objek studi kasus tersebut diketahui bahwa karakteristik GA adalah sebagai berikut

- Algoritma Genetika bekerja dengan suatu kumpulan parameter model yang dicirikan dikodekan
- Algoritma Genetika mencari nilai optimum dari suatu populasi (sampel ruang model) bukan dari satu individu (model).
- Algoritma Genetika menggunakan informasi yang berasal dari suatu nilai fungsi obyektif bukan dari turunan atau gradien fungsi obyektif sehingga solusi yang diperoleh konvergen menuju minimum global bukan minimum lokal.

- Algoritma Genetika menggunakan peran peluang atau probabilistik dalam pencarian solusi bukan deterministik.
- Sistem Algoritma Genetika memiliki kompleksitas yang tinggi.
- Algoritma Genetika memiliki strategi didalam pencarian solusi optimum yang disebut Multimodal Optimization

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas mengenai kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk pengembangan yang lebih baik

7.1 Kesimpulan

Adapun beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Algoritma dynamic programming ini telah menghasilkan nilai jarak optimum yang lebih singkat apabila dibandingkan dengan metode penelitian sebelumnya yaitu kombinasi metode algoritma genetika dan pencarian tabu. Dimana hasil optimum yang diperoleh pada metode ini adalah 360.6 km dengan rute 1-15-12-13-3-7-5-6-20-18-21-19-11-8-9-10-2-16-17-14-4-1 dengan pendekatan forward sedangkan hasil optimum yang diperoleh dengan algoritma genetika dan pencarian tabu menghasilkan nilai optimum sebesar 771.6 km dengan rute 1-2-7-20-19-5-6-9-14-4-3-12-15-11-8-16-10-21-18-13-17-1.
2. Hasil optimum yang diperoleh dari algoritma *Dynamic Programming* dengan pendekatan forward dan backward pada studi kasus ini menghasilkan nilai yang berbeda. Pendekatan forward menghasilkan nilai optimum 360.6 km sedangkan untuk pendekatan backward menghasilkan nilai optimum yang lebih bervariasi berdasarkan node awalnya, untuk backward dengan node awalnya node 3 menghasilkan nilai optimum 384 km, jika node awalnya 4 menghasilkan nilai optimum 352.6, jika node awalnya 5 menghasilkan optimum 361.7, jika node awalnya 6 menghasilkan nilai optimum 387,1, jika node awalnya

7 menghasilkan nilai optimum 378.3 dan jika node awalnya 8 maka nilai optimalnya 350,3 km.

3. Perbedaan nilai optimum tersebut dikarenakan karakteristik dynamic programming dimana nilai optimum pada stage -k akan dipengaruhi oleh nilai optimum pada stage k-1. Selain itu faktor lain yang mengakibatkan adanya perbedaan nilai optimal untuk masing-masing pendekatan adalah karena karakteristik permasalahan Travelling Salesman Problem (TSP) yang tidak memiliki titik tujuan yang tetap. Permasalahan studi kasus berfokus kepada penyusunan rangkaian node agar mencapai nilai yang optimal.
4. Pada penyelesaian studi kasus ini pendekatan forward lebih sesuai untuk digunakan karena pendekatan ini menggunakan node 1 sebagai node awal dan node akhir dimana node 1 merupakan lokasi dari depot DAMIU banyu belik.

7.2 Saran

1. Optimalisasi yang dilakukan pada tugas akhir ini hanya sebatas pada optimalisasi distribusi jarak dengan permasalahan Travelling Salesman Problem (TSP). sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan optimalisasi jarak dengan metode dynamic programming untuk permasalahan lainnya misalnya *maximum flow*, *minimum spanning tree*, *knapsack* dan *shortest path*.
2. Dalam melakukan analisis perbandingan yang lebih menyeluruh penelitian selanjutnya dapat menerapkan perbandingan algoritma dynamic programming dengan pendekatan forward dan backward untuk bidang yang lain misalnya penjadwalan, proses produksi, alokasi pergudangan dan perencanaan investasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kaklauskas, L. Tupenaite, L. Kanapeckiene and J. Naimaviciene, "Knowledge-Based Model for Standard Housing Renovation," *Procedia Engineering*, 2013.
- [2] M. Dorigo and L. M. Gambardella, "Ant colonies for the travelling salesman problem," in *Biosystems*, Elsevier Science Ireland Ltd., 1997, pp. 73-81.
- [3] B. W. Taylor, *Introduction to Management Science*, Ninth Edition, Virginia: Prentice Hall, 2006.
- [4] M. L. Fadlan, "Pencarian Lintasan Terpendek Jalur Pendakian Gunung," Bandung, 2013.
- [5] H. Hafid, "Hardianti Hafid_Resume Metode Greedy Dan Dynamic Programming," 4 October 2012. [Online]. Available:
<https://www.scribd.com/doc/110001036/Hardianti-Hafid-Resume-MetodeGreedy-Dan-Dynamic-Programming>.
 [Accessed 29 September 2016].
- [6] H. A. Taha, "Deterministic Dinamic Programming," in *Operations Research: An Introduction*, Fayetteville, Pearson Education Inc., 2007, pp. 399-426.
- [7] Y. J, "Algoritma Dynamic Programming," [Online]. Available:
https://www.academia.edu/14480072/Algoritma_Dynamic_Programming. [Accessed 2 10 2016].

- [8] O. G. Aditya Medury, "*Dynamic Programming*-based hot spot identification approach for pedestrian crash," 2016.
- [9] S. Giovanni, "Aplikasi Pemrograman Dinamis untuk Memaksimalkan Peluang Memenangkan Permainan "PIG"," Bandung, 2008.
- [10] F. S. Hillier and G. J. Lieberman, Introduction to Operations Research, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 2000.
- [11] 4 October 2016. [Online]. Available: <http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/580/jbptitbpp-gdl-mariantipu-28968-32007ta-2.pdf>.
- [12] S. Wahyuni, "Metode Greedy & *Dynamic Programming*," 4 October 2016. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/doc/110045673/Metode-Greedyamp-Dynamic-Programming>.
- [13] E. Hartanto. [Online]. Available: http://eko_hartanto.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/28373/Dynamic.pdf. [Accessed 4 October 2016].
- [14] A. V. L. C. Xinan Yang, "An approximate *Dynamic Programming* approach for improving accuracy of lossy data compression by bloom filters," 2015.
- [15] P.-a. Z. Y.-f. Z. Y.-z. Z. G.-q. Z. Bin Xu, "comparison between dynamic programming and genetic algorithm for hydro unit economic load dispatch," 2014.
- [16] N. S. Dini, OPTIMASI PENENTUAN RUTE KENDARAAN DISTRIBUSI PRODUK AIR MINUM KEMASAN GALON MENGGUNAKAN KOMBINASI

ALGORITMA GENETIKA DAN PENCARIAN TABU
DI DEPOT AIR MINUM ISI ULANG BANYU BELIK,
PURWOKERTO, 2015.

- [17] A. H. S. S. S. Ary Arvianto, "Model Vehicle Routing Problem dengan Karakteristik Rute Majemuk, Multiple Time Windows, Multiple Products dan Heterogeneous Fleet untuk Depot Tunggal," 2014.
- [18] W. Maulina, "Aplikasi Pendekatan *Dynamic Programming* pada Traveling Salesman Problem," 2009.

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A : Data Jarak Distribusi Galon dalam km

Tabel A 1 Data Distribusi'

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0	18	11.2	8	28.5	33.4	26.7	42.2	19.5	14.7	30.2	11.6	8.8	45.3	6.4	21.1	34.8	54	54.1	45.2	55.9
2	18	0	14.2	21.5	23	35.2	19.9	48.4	26.8	22	37.5	19.3	25	55.7	18.5	26.2	49.6	51.7	51.8	35.6	52.4
3	11.2	14.2	0	14.6	19.7	27.7	16.5	38.1	20.5	15.1	27.2	12.3	8	49.4	11.6	37.4	42	48.8	48.9	41.5	50.6
4	8	21.5	14.6	0	33.2	39.7	30	48.4	26.8	22	37.5	19.3	15	47	14.6	32.4	41.6	59.3	59.4	52	61.2
5	28.5	23	19.7	33.2	0	9.8	5	35.1	24.7	28.7	31.4	21.6	20.7	69.3	26.5	53.7	34.6	34.1	34.2	44.8	50
6	33.4	35.2	27.7	39.7	9.8	0	14.4	36.9	30	34	38.5	26.9	25.9	74.4	31.7	58.8	60.9	25.3	25.4	23.2	32.5
7	26.7	19.9	16.5	30	5	14.4	0	37	24.5	26.7	31.2	21.4	18.6	56	24.4	53.4	42.5	39.1	39.2	35.5	40.9
8	42.2	48.4	38.1	48.4	35.1	36.9	37	0	22.9	27.9	14.1	32.1	35.3	65.9	35.5	49.3	43.4	46	47	48.7	47.9
9	19.5	26.8	20.5	26.8	24.7	30	24.5	22.9	0	5.4	11.1	9.6	13.5	12.9	13	28.6	29.6	48.8	48.9	48.8	50.7
10	14.7	22	15.1	22	28.7	34	26.7	27.9	5.4	0	16.2	5.7	9.6	41.1	9.1	26.8	28.9	50.6	50.7	48.6	52.5
11	30.2	37.5	27.2	37.5	31.4	38.5	31.2	14.1	11.1	16.2	0	21.2	24.4	57.6	24.6	39.4	33.1	48.8	48.9	51.4	50.6
12	11.6	19.3	12.3	19.3	21.6	26.9	21.4	32.1	9.6	5.7	21.2	0	4.4	47	6.3	31.4	33.5	47.2	47.2	43.8	49
13	8.8	25	8	15	20.7	25.9	18.6	35.3	13.5	9.6	24.4	4.4	0	98.4	6.6	34.4	36.5	47.6	47.6	44.3	49.5
14	45.3	55.7	49.4	47	69.3	74.4	56	65.9	12.9	41.1	57.6	47	98.4	0	42.2	47.8	44.9	92.6	92.7	92.5	94.4
15	6.4	18.5	11.6	14.6	26.5	31.7	24.4	35.5	13	9.1	24.6	6.3	6.6	42.2	0	26.7	30.1	51.8	51.9	48.5	53.7
16	21.1	26.2	37.4	32.4	53.7	58.8	53.4	49.3	28.6	26.8	39.4	31.4	34.4	47.8	26.7	0	24.1	54	55	53.9	55.9
17	34.8	49.6	42	41.6	34.6	60.9	42.5	43.4	29.6	28.9	33.1	33.5	36.5	44.9	30.1	24.1	0	77.8	77.9	80.1	82.8
18	54	51.7	48.8	59.3	34.1	25.3	39.1	46	48.8	50.6	48.8	47.2	47.6	92.6	51.8	54	77.8	0	1	12.9	1.3
19	54.1	51.8	48.9	59.4	34.2	25.4	39.2	47	48.9	50.7	48.9	47.2	47.6	92.7	51.9	55	77.9	1	0	14.9	3.3
20	45.2	35.6	41.5	52	44.8	23.2	35.5	48.7	48.8	48.6	51.4	43.8	44.3	92.5	48.5	53.9	80.1	12.9	14.9	0	14.6
21	55.9	52.4	50.6	61.2	50	32.5	40.9	47.9	50.7	52.5	50.6	49	49.5	94.4	53.7	55.9	82.8	1.3	3.3	14.6	0

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN B : Optimasi Pendekatan *Forward*

Tabel B 1 Pendekatan forward pada stage 1

	s x	f(s,x)	f*(s)	*
		1		
Stage 1	2	18	18	*
	3	11.2	11.2	*
	4	8	8	*
	5	28.5	28.5	*
	6	33.4	33.4	*
	7	26.7	26.7	*
	8	42.2	42.2	*
	9	19.5	19.5	*
	10	14.7	14.7	*
	11	30.2	30.2	*
	12	11.6	11.6	*
	13	8.8	8.8	*
	14	45.3	45.3	*
	15	6.4	6.4	*
	16	21.1	21.1	*
	17	34.8	34.8	*
	18	54	54	*
	19	54.1	54.1	*
	20	45.2	45.2	*
	21	55.9	55.9	*

Tabel B 2 Pendekatan forward pada stage 2

	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage 2	2	X	25.4	29.5	51.5	68.6	46.6	90.6	46.3	36.7	60.4	30.9	33.8	101	24.9	47.3	84.4	106	106	80.8	108	24.9	15	1
	3	32.2	X	22.6	48.2	61.1	43.2	80.3	40	29.8	67.7	23.9	16.8	94.7	18	58.5	76.8	103	103	86.7	107	16.8	13	1
	4	39.5	25.8	X	61.7	73.1	56.7	90.6	46.3	36.7	57.4	30.9	23.8	92.3	21	53.5	76.4	113	114	97.2	117	21	15	1
	5	41	30.9	41.2	X	43.2	31.7	77.3	44.2	43.4	67.7	33.2	29.5	115	32.9	74.8	69.4	88.1	88.3	90	106	29.5	13	1
	6	53.2	38.9	47.7	38.3	X	41.1	79.1	49.5	48.7	61.6	38.5	34.7	120	38.1	79.9	95.7	79.3	79.5	68.4	88.4	34.7	13	1
	7	37.9	27.7	38	33.5	47.8	X	79.2	44	41.4	68.7	33	27.4	101	30.8	74.5	77.3	93.1	93.3	80.7	96.8	27.4	13	1
	8	66.4	49.3	56.4	63.6	70.3	63.7	X	42.4	42.6	61.4	43.7	44.1	111	41.9	70.4	78.2	100	101	93.9	104	41.9	15	1
	9	44.8	31.7	34.8	53.2	63.4	51.2	65.1	X	20.1	44.3	21.2	22.3	58.2	19.4	49.7	64.4	103	103	94	107	19.4	15	1
	10	40	26.3	30	57.2	67.4	53.4	70.1	24.9	X	41.3	17.3	18.4	86.4	15.5	47.9	63.7	105	105	93.8	108	15.5	15	1
	11	55.5	38.4	45.5	59.9	71.9	57.9	56.3	30.6	30.9	X	32.8	33.2	103	31	60.5	67.9	103	103	96.6	107	30.6	9	1
	12	37.3	23.5	27.3	50.1	60.3	48.1	74.3	29.1	20.4	51.4	X	13.2	92.3	12.7	52.5	68.3	101	101	89	105	12.7	15	1
	13	43	19.2	23	49.2	59.3	45.3	77.5	33	24.3	54.6	16	X	144	13	55.5	71.3	102	102	89.5	105	13	15	1
	14	73.7	60.6	55	97.8	108	82.7	108	32.4	55.8	87.8	58.6	107	X	48.6	68.9	79.7	147	147	138	150	32.4	9	1
	15	36.5	22.8	22.6	55	65.1	51.1	77.7	32.5	23.8	54.8	17.9	15.4	87.5	X	47.8	64.9	106	106	93.7	110	15.4	13	1
	16	44.2	48.6	40.4	82.2	92.2	80.1	91.5	48.1	41.5	69.6	43	43.2	93.1	33.1	X	58.9	108	109	99.1	112	33.1	15	1
	17	67.6	53.2	49.6	63.1	94.3	69.2	85.6	49.1	43.6	63.3	45.1	45.3	90.2	36.5	45.2	X	132	132	125	139	36.5	15	1
	18	69.7	60	67.3	62.6	58.7	65.8	88.2	68.3	65.3	79	58.8	56.4	138	58.2	75.1	113	X	55.1	58.1	57.2	55.1	19	1
	19	69.8	60.1	67.4	62.7	58.8	65.9	89.2	68.4	65.4	79.1	58.8	56.4	138	58.3	76.1	113	55	X	60.1	59.2	55	18	1
	20	53.6	52.7	60	73.3	56.6	62.2	90.9	68.3	63.3	81.6	55.4	53.1	138	54.9	75	115	66.9	69	X	70.5	52.7	3	1
	21	70.4	61.8	69.2	78.5	65.9	67.6	90.1	70.2	67.2	80.8	60.6	58.3	140	60.1	77	118	55.3	57.4	59.8	X	55.3	18	1
		X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Tabel B 3 Pendekatan forward pada stage 3

Stage3	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	2	X	31	42.5	52.5	69.9	47.3	90.3	46.2	37.5	68.1	32	38	88.1	33.9	59.3	86.1	107	107	88.3	108	31	3	1
	3	39.1	X	35.6	49.2	62.4	43.9	80	39.9	30.6	57.8	25	21	81.8	27	70.5	78.5	104	104	X	106	21	13	1
	4	46.4	31.4	X	62.7	74.4	57.4	90.3	46.2	37.5	68.1	32	28	79.4	30	65.5	78.1	114	114	105	117	28	13	1
	5	47.9	36.5	54.2	X	44.5	32.4	77	44.1	44.2	62	34.3	33.7	102	41.9	86.8	71.1	89.2	89.2	97.5	105	32.4	7	1
	6	60.1	44.5	60.7	39.3	X	41.8	78.8	49.4	49.5	69.1	39.6	38.9	107	47.1	91.9	97.4	80.4	80.4	75.9	87.8	38.9	13	1
	7	44.8	33.3	51	34.5	49.1	X	78.9	43.9	42.2	61.8	34.1	31.6	88.4	39.8	86.5	79	94.2	94.2	88.2	96.2	31.6	13	1
	8	73.3	54.9	69.4	64.6	71.6	64.4	X	42.3	43.4	44.7	44.8	48.3	98.3	50.9	82.4	79.9	101	102	101	103	42.3	9	1
	9	51.7	37.3	47.8	54.2	64.7	51.9	64.8	X	20.9	X	22.3	26.5	X	28.4	61.7	66.1	104	104	102	106	20.9	10	1
	10	46.9	31.9	43	58.2	68.7	54.1	69.8	24.8	X	46.8	18.4	22.6	73.5	24.5	59.9	65.4	106	106	101	108	18.4	12	1
	11	62.4	44	58.5	60.9	73.2	58.6	56	30.5	31.7	X	33.9	37.4	90	40	72.5	69.6	104	104	104	106	30.5	9	1
	12	44.2	29.1	40.3	51.1	61.6	48.8	74	29	21.2	51.8	X	17.4	79.4	21.7	64.5	70	102	102	96.5	104	17.4	13	1
	13	49.9	X	36	X	X	X	77.2	32.9	25.1	55	17.1	X	131	X	67.5	73	103	103	97	105	17.1	12	1
	14	80.6	66.2	68	98.8	109	83.4	108	32.3	56.6	88.2	59.7	111	X	57.6	80.9	81.4	148	148	145	150	32.3	9	1
	15	X	28.4	X	56	66.4	51.8	X	X	X	55.2	X	X	74.6	X	X	X	107	107	101	109	28.4	3	1
	16	46	54.2	53.4	83.2	93.5	80.8	91.2	48	42.3	70	44.1	47.4	80.2	42.1	X	60.6	109	110	107	111	42.1	15	1
	17	59.7	58.8	62.6	64.1	95.6	69.9	85.3	49	44.4	63.7	46.2	49.5	77.3	45.5	57.2	X	133	133	133	138	44.4	10	1
	18	78.9	65.6	80.3	63.6	60	66.5	87.9	68.2	66.1	79.4	59.9	60.6	125	67.2	87.1	114	X	X	65.6	X	59.9	12	1
	19	79	65.7	80.4	63.7	60.1	66.6	88.9	68.3	66.2	79.5	59.9	60.6	125	67.3	88.1	114	X	X	67.6	58.6	21	1	
	20	70.1	58.3	73	74.3	57.9	62.9	90.6	68.2	64.1	82	56.5	57.3	125	63.9	87	117	68	69.9	X	69.9	56.5	12	1
	21	80.8	67.4	82.2	79.5	67.2	68.3	89.8	70.1	68	81.2	61.7	62.5	127	69.1	89	119	56.4	58.3	67.3	X	56.4	18	1
	x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			

Tabel B 4 pendekatan forward pada stage 4

	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage4	2	X	35.2	49.5	55.4	74.1	51.5	90.7	47.7	40.4	68	36.7	42.1	88	46.9	68.3	94	112	110	92.1	109	35.2	3	1	
	3	X	X	42.6	52.1	66.6	48.1	80.4	41.4	33.5	57.7	29.7	25.1	81.7	X	79.5	86.4	109	108	98	107	25.1	13	1	
	4	45.2	35.6	X	65.6	78.6	61.6	90.7	47.7	40.4	68	36.7	32.1	79.3	43	74.5	86	119	118	109	118	32.1	13	1	
	5	52.5	40.7	61.2	X	48.7	36.6	77.4	45.6	47.1	61.9	39	37.8	102	54.9	95.8	79	94	92.8	101	106	36.6	7	1	
	6	54	48.7	67.7	42.2	X		46	79.2	50.9	52.4	69	44.3	43	107	60.1	101	105	85.2	84	79.7	88.9	42.2	5	1
	7	66.2	37.5	58	X	53.3	X	79.3	45.4	45.1	61.7	38.8	35.7	88.3	52.8	95.5	86.9	99	97.8	92	97.3	35.7	13	1	
	8	50.9	59.1	76.4	67.5	75.8	68.6	X	43.8	46.3	44.6	49.5	52.4	98.2	63.9	91.4	87.8	106	106	105	104	43.8	9	1	
	9	79.4	41.5	54.8	57.1	68.9	56.1	X	X	23.8	X	27	30.6	X	41.4	70.7	74	109	108	105	107	23.8	10	1	
	10	57.8	36.1	50	61.1	72.9	58.3	70.2	X	X	46.7	23.1	26.7	73.4	37.5	68.9	X	111	109	105	109	23.1	12	1	
	11	53	48.2	65.5	63.8	77.4	62.8	56.4	32	34.6	X	38.6	41.5	89.9	53	81.5	77.5	109	108	108	107	32	9	1	
	12	68.5	33.3	47.3	54	65.8	53	74.4	30.5	X	51.7	X	X	79.3	34.7	73.5	77.9	X	106	X	105	30.5	9	1	
	13	X	X	X	X	X	X	77.6	34.4	28	54.9	X	X	131	X	X	80.9	108	106	101	106	28	10	1	
	14	56	70.4	75	102	113	87.6	108	33.8	59.5	88.1	64.4	116	X	70.6	89.9	89.3	153	151	149	151	33.8	9	1	
	15	86.7	X	X	58.9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	111	X	110	58.9	5	1	
	16	49.5	58.4	60.4	86.1	97.7	85	91.6	49.5	45.2	69.9	48.8	51.5	80.1	55.1	X	68.5	114	114	110	112	45.2	10	1	
	17	57.2	63	69.6	67	99.8	74.1	85.7	50.5	47.3	63.6	50.9	53.6	77.2	58.5	66.2	X	138	137	137	139	47.3	10	1	
	18	80.6	69.8	87.3	66.5	64.2	70.7	88.3	69.7	69	79.3	64.6	64.7	125	80.2	96.1	122	X	X	69.4	X	64.2	6	1	
	19	82.7	69.9	87.4	66.6	64.3	70.8	89.3	69.8	69.1	79.4	64.6	64.7	125	80.3	97.1	122	60.9	X	71.4	X	60.9	18	1	
	20	82.8	62.5	80	77.2	62.1	67.1	91	69.7	67	81.9	61.2	61.4	125	76.9	96	125	72.8	73.5	X	71	61.2	12	1	
	21	66.6	71.6	89.2	82.4	71.4	72.5	90.2	71.6	70.9	81.1	66.4	66.6	127	82.1	98	127	61.2	X	71.1	X	61.2	18	1	
		X	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				

Tabel B 5 pendekatan forward pada stage 5

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage5	2	X	39.3	53.6	59.6	77.4	55.6	92.2	50.6	45.1	69.5	49.8	53	89.5	77.4	71.4	96.9	116	113	96.8	114	39.3	3	1
	3	X	X	46.7	56.3	69.9	52.2	81.9	44.3	38.2	59.2	42.8	36	83.2	70.5	82.6	89.3	113	110	103	112	36	13	1
	4	56.7	39.7	X	69.8	81.9	65.7	92.2	50.6	45.1	69.5	49.8	43	80.8	73.5	77.6	88.9	124	120	113	122	39.7	3	1
	5	58.2	44.8	65.3	X	X	40.7	78.9	48.5	51.8	63.4	52.1	48.7	103	X	98.9	81.9	98.3	95.1	106	111	40.7	7	1
	6	70.4	52.8	71.8	46.4	X	50.1	80.7	53.8	57.1	70.5	57.4	53.9	108	90.6	104	108	X	86.3	84.4	93.7	46.4	5	1
	7	55.1	41.6	62.1	X	X	X	80.8	48.3	49.8	63.2	51.9	46.6	89.8	X	98.6	89.8	103	100	96.7	102	41.6	3	1
	8	83.6	63.2	80.5	71.7	79.1	72.7	X	46.7	51	46.1	62.6	63.3	99.7	94.4	94.5	90.7	110	108	110	109	46.1	11	1
	9	62	45.6	58.9	61.3	72.2	60.2	X	X	28.5	X	X	41.5	X	71.9	73.8	76.9	113	110	110	112	28.5	10	1
	10	57.2	40.2	54.1	65.3	76.2	62.4	X	X	X	X	X	X	X	68	X	X	115	112	110	114	40.2	3	1
	11	72.7	52.3	69.6	68	80.7	66.9	57.9	34.9	39.3	X	51.7	52.4	91.4	83.5	84.6	80.4	113	110	113	112	34.9	9	1
	12	54.5	X	X	58.2	69.1	X	75.9	X	X	53.2	X	X	80.8	65.2	X	X	111	X	X	X	53.2	11	1
	13	X	X	X	X	X	X	79.1	37.3	X	56.4	79	X	132	X	79.6	83.8	X	109	X	111	37.3	9	1
	14	90.9	74.5	79.1	106	117	91.7	110	36.7	64.2	89.6	77.5	126	X	101	93	92.2	157	154	154	156	36.7	9	1
	15	X	X	X	X	73.9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	73.9	6	1
	16	61.4	62.5	64.5	90.3	101	89.1	93.1	52.4	49.9	71.4	61.9	62.4	81.6	85.6	X	71.4	118	116	115	117	49.9	10	1
	17	84.8	67.1	73.7	71.2	103	78.2	87.2	53.4	52	65.1	64	64.5	78.7	89	69.3	X	142	139	141	144	52	10	1
	18	86.9	73.9	91.4	70.7	67.5	74.8	89.8	72.6	73.7	80.8	77.7	75.6	126	111	99.2	125	X	X	74.1	X	67.5	6	1
	19	87	74	91.5	70.8	67.6	74.9	90.8	72.7	73.8	80.9	77.7	75.6	127	111	100	125	65.2	X	76.1	64.5	64.5	21	1
	20	70.8	66.6	84.1	81.4	65.4	71.2	92.5	72.6	71.7	83.4	74.3	72.3	126	107	99.1	127	77.1	75.8	X	75.8	65.4	6	1
	21	87.6	75.7	93.3	86.6	74.7	76.6	91.7	74.5	75.6	82.6	79.5	77.5	128	113	101	130	65.5	64.2	75.8	X	64.2	19	1
		X	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			

Tabel B 6 pendekatan forward pada stage 6

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage6	2	X	50.2	61.2	63.7	81.6	61.5	94.5	55.3	62.2	72.4	72.5	62.3	92.4	92.4	76.1	102	119	116	101	117	50.2	3	1
	3	X	X	X	60.4	74.1	X	84.2	49	X	62.1	65.5	45.3	86.1	85.5	87.3	94	116	113	107	115	45.3	13	1
	4	60.8	50.6	X	73.9	86.1	71.6	94.5	55.3	62.2	72.4	72.5	52.3	83.7	88.5	82.3	93.6	127	124	117	125	50.6	3	1
	5	62.3	55.7	72.9	X	X	46.6	81.2	53.2	68.9	66.3	74.8	58	106	X	104	86.6	X	98.7	X	114	46.6	7	1
	6	74.5	63.7	79.4	50.5	X	56	83	58.5	74.2	73.4	80.1	63.2	111	X	109	113	X	89.9	X	96.7	50.5	5	1
	7	59.2	52.5	69.7	X	X	X	83.1	53	66.9	66.1	74.6	55.9	92.7	X	103	94.5	X	104	X	105	52.5	3	1
	8	87.7	74.1	88.1	75.8	83.3	78.6	X	51.4	68.1	49	85.3	72.6	103	109	99.2	95.4	114	112	114	112	49	11	1
	9	66.1	56.5	66.5	65.4	76.4	66.1	X	X	45.6	X	X	X	X	86.9	78.5	81.6	116	113	114	115	45.6	10	1
	10	61.3	X	61.7	69.4	80.4	68.3	X	X	X	X	X	X	X	83	X	X	118	115	114	117	61.3	2	1
	11	76.8	63.2	77.2	72.1	84.9	72.8	X	39.6	56.4	X	X	61.7	94.3	98.5	89.3	85.1	116	113	117	115	39.6	9	1
	12	X	X	X	X	73.3	X	78.2	X	X	X	X	X	X	80.2	X	X	115	X	109	X	73.3	6	1
	13	X	X	X	X	X	X	81.4	X	X	59.3	81.9	X	135	X	X	X	X	112	X	114	59.3	11	1
	14	95	85.4	86.7	110	121	97.6	112	41.4	81.3	92.5	100	136	X	116	97.7	96.9	160	157	158	159	41.4	9	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	119	X	114	X	113.9	20	1
	16	65.5	73.4	72.1	94.4	105	95	95.4	57.1	67	74.3	84.6	71.7	84.5	101	X	76.1	122	120	119	120	57.1	9	1
	17	88.9	78	81.3	75.3	107	84.1	89.5	58.1	69.1	68	86.7	73.8	81.6	104	74	X	145	142	146	147	58.1	9	1
	18	91	84.8	99	74.8	71.7	80.7	92.1	77.3	90.8	83.7	100	84.9	129	126	104	130	X	X	78.3	X	71.7	6	1
	19	91.1	84.9	99.1	74.9	71.8	80.8	93.1	77.4	90.9	83.8	100	84.9	129	126	105	130	68.5	X	80.3	X	68.5	18	1
	20	74.9	77.5	91.7	85.5	69.6	77.1	94.8	77.3	88.8	86.3	97	81.6	129	122	104	132	80.4	79.4	X	78.8	69.6	6	1
	21	91.7	86.6	101	90.7	78.9	82.5	94	79.2	92.7	85.5	102	86.8	131	128	106	135	68.8	X	80	X	68.8	18	1
		x	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			

Tabel B 7 pendekatan forward pada stage 7

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage7	2	X	59.5	72.1	69.6	85.7	72.4	97.4	72.4	X	77.1	92.6	84.3	97.1	132	83.3	108	123	120	105	121	59.5	3	1	
	3	X	X	X	X	78.2	X	87.1	X	X	66.8	85.6	67.3	90.8	126	94.5	100	121	117	111	119	66.8	11	1	
	4	71.7	59.9	X	79.8	90.2	82.5	97.4	72.4	83.3	77.1	92.6	74.3	88.4	129	89.5	99.7	131	128	122	130	59.9	3	1	
	5	73.2	65	83.8	X	X	57.5	84.1	70.3	90	71	X	80	111	X	111	92.7	X	X	X	X	57.5	7	1	
	6	85.4	73	90.3	56.4	X	66.9	85.9	75.6	95.3	78.1	X	85.2	116	X	116	119	X	X	X	X	56.4	5	1	
	7	70.1	61.8	80.6	X	X	X	86	70.1	88	70.8	X	77.9	97.4	X	111	101	X	X	X	X	61.8	3	1	
	8	98.6	83.4	99	81.7	87.4	89.5	X	68.5	89.2	53.7	105	94.6	107	149	106	102	118	116	118	117	53.7	11	1	
	9	77	X	77.4	71.3	80.5	77	X	X	66.7	X	82.9	X	X	127	X	X	121	117	118	120	66.7	10	1	
	10	X	X	X	75.3	84.5	X	X	X	X	X	79	X	X	123	X	X	122	119	118	121	75.3	5	1	
	11	87.7	72.5	88.1	78	89	83.7	X	56.7	77.5	X	94.5	X	99	139	96.5	91.2	121	117	121	119	56.7	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	120	X	X	119	119	113	118	113.4	20	1	
	13	X	X	X	X	X	X	84.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	84.3	8	1	
	14	106	94.7	97.6	116	125	109	115	58.5	102	97.2	120	158	X	156	105	103	164	161	162	163	58.5	9	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	120	X	123	120.4	19	1
	16	76.4	82.7	83	100	109	106	98.3	74.2	88.1	79	105	93.7	89.2	141	X	82.2	126	124	124	125	74.2	9	1	
	17	99.8	87.3	92.2	81.2	111	95	92.4	75.2	90.2	72.7	107	95.8	86.3	144	81.2	X	150	146	150	152	72.7	11	1	
	18	102	94.1	110	80.7	75.8	91.6	95	94.4	112	88.4	121	107	134	166	111	136	X	X	82.5	X	75.8	6	1	
	19	102	94.2	110	80.8	75.9	91.7	96	94.5	112	88.5	121	107	134	166	112	136	72.7	X	84.5	72.1	72.1	21	1	
	20	85.8	86.8	103	91.4	73.7	88	97.7	94.4	110	91	117	104	134	X	111	138	84.6	83.4	X	83.4	73.7	6	1	
	21	103	95.9	112	96.6	83	93.4	96.9	96.3	114	90.2	122	109	136	168	113	141	73	71.8	84.2	X	71.8	19	1	
		x	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			

Tabel B 8 pendekatan forward pada stage 8

s	x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi	
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
Stage8	2	X		81	81.4	80.5	91.6	81.7	102	X	97.3	94.2	133	109	114	139	100	122	128	124	109	124	80.5	5		1
	3	X	X	X	X	X	X	91.8	X	X	X	126	92.3	X	132	X	115	125	121	115	122	91.8	8		1	
	4	81	81.4	X	90.7	96.1	91.8	102	93.5	97.3	94.2	133	99.3	106	135	107	114	135	132	126	133	81	2		1	
	5	82.5	86.5	93.1	X	X	66.8	88.8	91.4	X	88.1	X	105	128	X	128	107	X	X	X	X	66.8	7		1	
	6	94.7	94.5	99.6	67.3	X	76.2	90.6	96.7	109	95.2	X	110	133	X	133	134	X	X	X	X	67.3	5		1	
	7	79.4	83.3	89.9	X	X	X	90.7	91.2	X	87.9	X	103	115	X	128	115	X	X	X	X	79.4	2		1	
	8	108	105	108	92.6	93.3	98.8	X	89.6	103	70.8	146	X	124	156	124	116	122	119	122	120	70.8	11		1	
	9	X	X	X	82.2	86.4	X	X	X	80.7	X	123	X	X	133	X	X	125	121	123	123	80.7	10		1	
	10	X	X	X	X	90.4	X	X	X	X	X	119	X	X	130	X	X	126	123	122	124	90.4	6		1	
	11	97	X	97.4	88.9	94.9	93	X	77.8	91.5	X	135	X	116	145	114	X	125	121	125	122	77.8	9		1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	127	X	X	X	123	X	121	120.8	21		1	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	14	115	116	107	127	131	118	120	79.6	116	114	160	183	X	163	122	118	168	165	166	166	79.6	9		1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	124	X	126	124	19		1
	16	85.7	104	92.3	111	115	115	103	95.3	102	96.1	145	119	106	147	X	96.8	130	127	128	128	85.7	2		1	
	17	109	109	102	92.1	117	104	97.1	96.3	104	89.8	147	121	103	151	98.3	X	154	150	154	155	89.8	11		1	
	18	111	116	119	91.6	81.7	101	99.7	116	126	106	161	132	151	X	128	151	X	X	86.6	X	81.7	6		1	
	19	111	116	119	91.7	81.8	101	101	116	126	106	161	132	151	X	129	151	76.8	X	88.6	X	76.8	18		1	
	20	95.1	108	112	102	79.6	97.3	102	116	124	108	X	129	151	169	128	153	88.7	87	X	86.4	79.6	6		1	
	21	112	117	121	108	88.9	103	102	117	128	107	162	134	153	174	130	156	77.1	X	88.3	X	77.1	18		1	
		x	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7					

Tabel B 9 pendekatan forward pada stage 9

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi						
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21									
Stage9	2	X		106	X	89.8	103	X		119	108	112	X	140	X	X		143	X	139	133	129	115	130	89.8	5		1		
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		133	X	X		136	X	X	X	X	126	X		128	125.7	19		1
	4	102	106	X		100	107	109	119	108	112	115	140	X		127	139	118	131	141	136	132	138		100	5		1		
	5	X		112	114	X	X		84.4	106	X	X	109	X	X	149	X	139	124	X	X	X	X			84.4	7		1	
	6	116	120	121	76.6	X		93.8	108	111	X		116	X	X	154	X	145	151	X	X	X	X			76.6	5		1	
	7	X		108	111	X	X	X		108	X	X		109	X	X	136	X		139	132	X	X	X	X		107.8	8		1
	8	129	X		129	102	104	116	X		104	118	91.9	153	X		146	160	135	133	128	124	128	125	91.9	11		1		
	9	107	X	X	X		97.3	X	X	X		95.8	X		130	X	X		137	X	X		131	126	128	128	95.8	10		1
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	127	X	X		133	X	X		132	128	128	130	126.5	12		1	
	11	118	X		119	98.2	106	111	X		91.8	107	X		142	X		137	149	125	X	131	126	131	128	91.8	9		1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	130	X	X	X	X	X	X	X		130.3	15		1
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			0	0	0
	14	136	141	128	136	142	135	137	93.6	132	135	168	X	X	X		166	134	135	174	170	172	172		93.6	9		1		
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		127	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		127.1	12		1
	16	107	129	113	121	126	133	120	109	117	117	152	X		127	151	X		114	136	132	134	133		106.7	2		1		
	17	130	134	123	101	128	122	114	110	119	111	154	X		125	154	110	X		160	155	160	160		101.4	5		1		
	18	132	141	140	101	92.6	119	117	130	141	127	X	X		172	X		140	168	X	X		92.5	X		92.5	20		1	
	19	132	141	140	101	92.7	119	118	130	141	127	X	X		172	X		141	168	82.7	X		94.5	80.4		80.4	21		1	
	20	116	133	133	112	90.5	115	120	130	139	129	165	X		172	173	140	170	94.6	91.7	X		91.7		90.5	6		1		
	21	133	142	142	117	99.8	120	119	131	143	128	X	X		174	X		142	173	83	80.1	94.2	X		80.1	19		1		
		X	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	20	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8					

Tabel B 10 pendekatan forward pada stage 10

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21											
Stage10	2	X		140	122	X		112	128	X		123	149	129	150	X		149	146	X		151	144	132	126	133	111.8	6	1			
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X		142	X		143	X	X		139	X	X	X	X	129	X		131	129.3	19	1		
	4	111	140	X		118	116	138	140	123	149	129	150	X		141	142	139	143	152	140	143	141			111.3	2	1	1			
	5	X	X	X	X	X		113	127	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		112.8	7	1	1		
	6	125	X		140	94.2	X		122	129	X	X		130	X	X	168	X	166	162	X	X	X	X	X	X	X	94.2	5	1	1	
	7	X	X	X	X	X	X	X		129	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		128.9	8	1	1	
	8	138	164	148	120	114	X	X		119	154	106	162	X		160	163	156	145	139	127	139	128			105.9	11	1	1	1		
	9	X		146	X	X	X	X	X	X		132	X		140	X	X		140	135	X		141	129	139	131	129.3	19	1	1	1	
	10	X		141	X	X	X	X	X	X	X	X		136	X	X		136	X	X		143	131	X		133	131.1	19	1	1	1	
	11	127	153	138	116	115	X	X		107	143	X		152	X		151	152	146	135	141	129	142	131			106.9	9	1	1	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0	0	0
	14	146	175	147	154	151	164	158		109	168	149	177	X	X		169	155	146	185	173	183	175			108.7	9	1	1	1	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X		136	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		135.6	10	1	1	1
	16	116	163	132	138	135	161	141	124	153	131	162	X		141	154	X		126	147	135	144	136			116	2	1	1	1	1	
	17	139	168	142	119	138	150	135	125	155	125	164	X		139	157	131	X		170	158	171	163			119	5	1	1	1	1	
	18	142	X		159	119	102	147	138	145	X		141	X	X		186	X		161	179	X	X	103	X		101.9	6	1	1	1	1
	19	142	X		159	119	102	147	139	145	X		141	X	X		186	X		162	179	93.5	X	105	X		93.5	18	1	1	1	1
	20	125	167	152	129	99.8	143	141	145	175	143	174	X		186	176	161	182	X		95.3	X	X	94.7			94.7	21	1	1	1	1
	21	142	176	161	134	109	149	140	147	X		142	X	X		188	X		163	184	93.8	X	X	105	X		93.8	18	1	1	1	1
		x		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	20	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9						

Tabel B 11 pendekatan forward pada stage 11

Stage11	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi					
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21									
	2	X		144	X		136	X	X		154	156	153	144	X	X		164	154	X	X		154	145	130	146	130.3	20	1	
	3	X	X	X	X	X	X	X		150	146	X	X	X	X		147	X	X	X	X		X	136	X		136.2	20	1	
	4	133	144	X		146	134	159	154	156	153	144	X	X		156	150	148	161	161	153	147	155		133.3	2	1	1		
	5	X	X	X	X	X		134	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		133.9	7	1	1	
	6	X	X		151	123	X		143	143	X	X	X	X	X	X		175	180	X	X	X	X	X		122.6	5	1	1	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			0	0	0	
	8	160	167	160	X		131	X	X		152	159	121	X	X		175	171	165	162	148	141	143	142	121	11	1	1	1	
	9	X		150	X	X	X	X	X	X		137	X	X	X	X		149	X	X	X		142	144	145	136.5	10	1	1	
	10	X		144	X	X	X	X	X		135	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		144	143	146	134.7	9	1	1	
	11	149	157	149	X		133	X	X		140	147	X	X	X		166	160	155	152	151	142	146	144	132.7	6	1	1	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0	0
	14	168	179	158	182	169	185	172	142	172	165	X	X	X	X		178	164	164	195	186	187	188		142.2	9	1	1	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0	0
	16	138	167	144	167	153	182	155	158	158	146	X	X		157	162	X	143	156	149	149	150		138	2	1	1	1	1	
	17	161	171	153	147	155	171	149	159	160	140	X	X		154	166	140	X	180	171	175	177		140	11	1	1	1	1	
	18	164	X		171	147	120	168	152	X	X		156	X	X		201	X	170	197	X	X	X	X		119.5	6	1	1	1
	19	164	X		171	147	120	168	153	X	X		156	X	X		201	X	171	197	103	X	X		97.1	21	1	1	1	1
	20	147	171	163	158	117	164	155	178	180	158	X	X		201	184	170	199	115	X	X	X		114.8	18	1	1	1	1	
	21	164	X		173	163	127	170	154	X	X		158	X	X		203	X	172	202	103	96.8	X	X		96.8	19	1	1	1
	x		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10						

Tabel B 12 pendekatan forward pada stage 12

Stage12	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	2	X	150	X	X	158	X	169	163	157	X	X	X	198	X	X	190	X	149	135	149	134.8	20	1
	3	145	X	X	X	X	X	X	157	150	X	X	X	192	X	X	X	X	X	X	X	144.5	2	1
	4	152	151	X	167	162	X	169	163	157	170	X	X	189	X	170	182	179	157	167	158	150.8	3	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	144	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	143.7	5	1
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	8	179	174	182	X	X	X	X	159	163	147	X	X	208	X	187	183	166	144	164	145	144.1	19	1
	9	157	157	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	146	X	148	146	19	1
	10	152	151	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	183	X	X	X	X	148	X	149	147.8	19	1
	11	168	163	171	X	X	X	X	148	151	X	X	X	200	X	177	X	168	146	166	147	146	19	1
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	14	186	186	180	203	197	X	187	149	176	190	X	X	X	X	186	185	212	190	207	191	149.4	9	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	16	157	174	166	188	181	X	170	165	162	172	X	X	190	X	X	164	174	152	169	153	152.1	19	1
	17	180	178	175	169	184	X	164	166	164	166	X	X	187	X	162	X	197	175	195	180	162.1	16	1
	18	X	X	193	168	148	X	167	X	X	182	X	X	X	X	192	218	X	X	X	X	147.9	6	1
	19	X	X	193	168	148	X	168	X	X	182	X	X	X	X	193	218	121	X	130	X	120.5	18	1
	20	X	X	185	179	146	X	170	185	183	184	X	X	235	X	192	220	132	X	X	X	132.4	18	1
	21	X	X	195	184	155	X	169	X	X	183	X	X	X	X	194	223	121	X	129	X	120.8	18	1
	x	11	11	11	11	11	20	11	11	11	11	20	20	11	20	11	11	11	11	11	11			

Tabel B 13 pendekatan forward pada stage 13

Stage13	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	2	X	X	172	X	X	X	193	173	163	184	X	X	205	X	178	X	200	X	X	X	162.9	10	1	
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	199	X	X	X	X	X	X	X	198.8	14	1	
	4	156	159	X	X	183	X	193	173	170	184	X	X	196	X	185	204	207	180	184	182	156.3	2	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	183	183	199	X	X	X	X	169	176	160	X	X	215	X	201	206	X	168	181	169	160.1	11	1	
	9	X	165	178	X	X	X	167	X	153	157	X	X	X	X	181	X	X	X	X	X	153.2	10	1	
	10	X	160	173	X	X	X	172	151	X	162	X	X	X	X	179	X	X	X	X	X	151.4	9	1	
	11	172	172	188	X	X	X	158	157	164	X	X	X	207	X	192	195	X	169	184	171	157.1	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	191	194	198	X	218	X	210	159	189	204	X	X	X	X	200	207	241	213	225	215	158.9	9	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	161	182	183	X	203	X	193	175	175	185	X	X	197	X	X	X	202	176	186	177	161	2	1	
	17	184	187	192	X	205	X	188	176	177	179	X	X	194	X	176	X	226	198	213	204	175.6	9	1	
	18	X	X	X	X	169	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	240	X	X	X	X	169	6	1	
	19	187	X	X	X	169	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	240	149	X	147	124	124.1	21	1	
	20	X	X	X	X	167	X	X	X	X	X	X	X	X	242	X	242	161	135	X	135	135.4	19	2	
	21	187	X	X	X	176	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	245	149	124	147	X	123.8	19	1	
		x	12	12	12	20	12	20	12	12	12	12	20	20	12	20	12	12	12	12	12				

Tabel B 14 pendekatan forward pada stage 14

Stage14	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	2	X	213	X	X	X	X	209	180	173	195	X	X	215	X	X	225	X	X	X	X	173.4	10	1	
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	184	213	X	X	X	X	209	180	173	195	X	X	206	X	193	217	228	184	187	185	173.4	10	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	211	237	205	X	X	X	X	176	179	171	X	X	225	X	210	219	X	171	184	172	171.1	19	1	
	9	190	X	X	X	X	X	183	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	183	8	1	
	10	X	X	X	X	X	X	188	X	X	173	X	X	200	X	X	205	X	X	X	X	173.3	11	1	
	11	200	226	194	X	X	X	X	164	168	X	X	X	217	X	200	209	X	173	187	174	164.3	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	219	X	203	X	X	X	226	166	193	215	X	X	X	X	209	221	262	217	228	218	166.1	9	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	189	236	189	X	X	X	209	182	178	197	X	X	207	X	X	200	223	179	189	180	178.2	10	1	
	17	213	241	198	X	X	X	204	183	180	190	X	X	204	X	185	X	247	202	216	207	180.3	10	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	216	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	216	X	170	X	X	170	18	1	
	20	X	240	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	182	139	X	138	138.4	21	1	
	21	X	X	218	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	217	X	170	X	150	X	150	20	1	
		x	13	13	13	20	20	20	13	13	13	13	20	20	13	20	13	13	13	13	13				

Tabel B 15 pendekatan forward pada stage 14-1

Stage 14	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	2	X	213	X	X	X	X	209	180	173	195	X	X	215	X	X	225	X	X	X	X	173.4	10	1	
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	184	213	X	X	X	X	209	180	173	195	X	X	206	X	193	217	228	184	187	185	173.4	10	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	211	237	205	X	X	X	X	176	179	171	X	X	225	X	210	219	X	171	184	172	171.1	19	1	
	9	190	X	X	X	X	X	183	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	183	8	1	
	10	X	X	X	X	X	X	188	X	X	173	X	X	200	X	X	205	X	X	X	X	173.3	11	1	
	11	200	226	194	X	X	X	X	164	168	X	X	X	217	X	200	209	X	173	187	174	164.3	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	219	X	203	X	X	X	226	166	193	215	X	X	X	X	209	221	262	217	228	218	166.1	9	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	189	236	189	X	X	X	209	182	178	197	X	X	207	X	X	200	223	179	189	180	178.2	10	1	
	17	213	241	198	X	X	X	204	183	180	190	X	X	204	X	185	X	247	202	216	207	180.3	10	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	216	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	216	X	170	X	150	X	150.3	20	1	
	20	X	240	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	182	139	X	138	138.4	21	1	
	21	X	X	218	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	217	X	170	X	X	X	170.3	18	1	
	x		13	13	13	20	20	20	13	13	13	13	20	20	13	20	13	13	13	13	12	13			

Tabel B 16 pendekatan forward pada stage 15

Stage15	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	2	X	X	195	X	X	X	X	210	195	202	X	X	222	X	204	230	X	X	X	X	194.9	4	1
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	4	195	X	X	X	X	X	220	210	195	202	X	X	213	X	211	222	X	229	190	211	190.4	20	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	8	222	X	222	X	X	X	X	X	201	178	X	X	232	X	228	224	X	X	187	198	178.4	11	1
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	10	X	X	X	X	X	X	X	188	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	188.4	9	1
	11	211	X	211	X	X	X	185	X	X	X	X	X	224	X	218	213	X	X	190	201	185.2	8	1
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	14	229	X	220	X	X	X	237	196	214	222	X	X	X	X	226	225	X	263	231	244	195.9	9	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	16	200	X	206	X	X	X	220	212	200	204	X	X	214	X	X	204	X	225	192	206	192.3	20	1
	17	223	X	215	X	X	X	215	213	202	197	X	X	211	X	202	X	X	248	219	233	197.4	11	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	20	X	X	X	X	X	X	220	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	185	X	X	184.9	19	1
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	173	X	X	173.3	19	1
	x		14	20	14	20	20	20	14	14	14	14	20	20	14	20	14	14	20	14	14	14		

Tabel B 17 pendekatan forward pada stage 15-1

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage15	2	X	X	195	X	X	X	X	210	195	202	X	X	222	X	204	230	X	X	X	X	194.9	4	1
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	4	195	X	X	X	X	X	220	210	195	202	X	X	213	X	211	222	X	210	190	232	190.4	20	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	8	222	X	222	X	X	X	X	X	201	178	X	X	232	X	228	224	X	197	187	X	178.4	11	1
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	10	X	X	X	X	X	X	X	188	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	188.4	9	1
	11	211	X	211	X	X	X	185	X	X	X	X	X	224	X	218	213	X	199	190	X	185.2	8	1
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	14	229	X	220	X	X	X	237	196	214	222	X	X	X	X	226	225	X	243	231	265	195.9	9	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	16	200	X	206	X	X	X	220	212	200	204	X	X	214	X	X	204	X	205	192	226	192.3	20	1
	17	223	X	215	X	X	X	215	213	202	197	X	X	211	X	202	X	X	228	219	253	197.4	11	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	174	173.6	21	1
	20	X	X	X	X	X	X	220	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	185	184.9	21	1
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
x		14	20	14	20	20	20	14	14	14	14	20	20	14	20	14	14	20	14	14	14			

Tabel B 18 pendekatan forward pada stage 16

Stage16	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
	2	X	X	X	X	X	X	227	X	210	X	X	X	252	X	X	247	X	X	X	X	210.4	10	1
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	4	X	X	X	X	X	X	227	X	210	223	X	X	243	X	225	239	X	X	237	235	210.4	10	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	8	243	X	239	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	242	241	X	X	X	X	238.8	4	1
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	237	X	X	X	X	X	X	X	237	14	1
	11	232	X	228	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	232	X	X	X	X	X	227.9	4	1
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	14	251	X	237	X	X	X	244	X	230	243	X	X	X	X	240	242	X	X	277	268	229.5	10	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	16	221	X	223	X	X	X	228	X	215	225	X	X	244	X	X	222	X	X	239	229	215.2	10	1
	17	245	X	232	X	X	X	222	X	217	218	X	X	241	X	216	X	X	X	265	256	216.4	16	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	237	X	X	X	X	X	X	X	X	X	188	187.9	21	1
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	200	X	199.5	20	1
	x	15	20	15	20	20	20	15	20	15	15	20	20	15	20	15	15	20	20	15	15			

Tabel B 19 pendekatan forward pada stage 16-1

	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage16	2	X	X	X	X	X	X	227	X	210	X	X	X	252	X	X	247	X	X	X	X	210.4	10	1
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	4	X	X	X	X	X	X	227	X	210	223	X	X	243	X	225	239	X	233	237	X	210.4	10	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	8	243	X	239	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	242	241	X	X	X	238.8	4	1
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	237	X	X	X	X	X	X	X	237	14	1
	11	232	X	228	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	232	X	X	X	X	X	227.9	4	1
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	14	251	X	237	X	X	X	244	X	230	243	X	X	X	X	240	242	X	266	277	X	229.5	10	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	16	221	X	223	X	X	X	228	X	215	225	X	X	244	X	X	222	X	229	239	X	215.2	10	1
	17	245	X	232	X	X	X	222	X	217	218	X	X	241	X	216	X	X	252	265	X	216.4	16	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	200	199.8	20	1
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	237	X	X	X	X	X	X	189	X	X	188.5	19	1
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
		x	15	20	15	20	20	20	15	20	15	15	20	20	15	20	15	15	20	15	15	20		

Tabel B 20 pendekatan forward pada stage 17

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage17	2	X	X	232	X	X	X	X	X	259	X	X	X	285	X	241	X	X	X	X	X	231.9	4	1
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	4	232	X	X	X	X	X	X	X	259	X	X	X	277	X	248	258	X	X	240	261	231.9	2	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	242	X	X	X	X	X	260	X	X	X	X	242	11	1
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	11	X	X	X	X	X	X	253	X	X	X	X	X	X	X	X	250	X	X	X	X	249.5	17	1
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	14	266	X	257	X	X	X	305	X	X	286	X	X	X	X	263	261	X	X	280	294	257.4	4	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	16	237	X	243	X	X	X	288	X	264	267	X	X	277	X	X	X	X	X	242	255	236.6	2	1
	17	260	X	252	X	X	X	282	X	266	261	X	X	274	X	239	X	X	X	268	282	239.3	16	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
		x	16	20	16	20	20	20	16	20	16	16	20	20	16	20	16	16	20	20	16	16		

Tabel B 21 pendekatan forward pada stage 17-1

Stage17	s \ x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
	2	X	X	232	X	X	X	X	X	259	X	X	X	285	X	241	X	X	X	X	X	231.9	4		1
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	4	232	X	X	X	X	X	X	X	259	X	X	X	277	X	248	258	X	259	241	X	231.9	2		1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	242	X	X	X	X	X	260	X	X	X	X	242	11		1
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	11	X	X	X	X	X	X	253	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	252.9	8		1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	14	266	X	257	X	X	X	305	X	X	286	X	X	X	X	263	261	X	293	281	X	257.4	4		1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	16	237	X	243	X	X	X	288	X	264	267	X	X	277	X	X	241	X	255	242	X	236.6	2		1
	17	260	X	252	X	X	X	282	X	266	261	X	X	274	X	239	X	X	278	269	X	239.3	16		1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0		0	
	x		16	20	16	20	20	20	16	20	16	16	20	20	16	20	16	16	20	16	16	20			

Tabel B 22pendekatan forward pada stage 18

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage18	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	313	X	X	289	X	X	X	X	288.9	17	1
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	287	X	X	X	X	269	281	X	X	X	X	269	16	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	264	X	X	X	X	X	X	X	X	X	263.6	11	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	288	X	279	X	X	X	308	X	X	307	X	X	X	X	284	284	X	X	X	X	278.9	4	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	258	X	264	X	X	X	291	X	X	X	X	X	305	X	X	X	X	X	X	X	258.1	2	1
	17	282	X	274	X	X	X	285	X	X	X	X	X	302	X	261	X	X	X	X	X	260.7	16	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
		x	17	20	17	20	20	20	17	20	20	17	20	20	17	20	17	17	20	20	20	20		

Tabel B 23 pendekatan forward pada stage 18-1

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage18	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	313	x	x	289	x	x	x	x	288.9	17	1
	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	269	281	x	x	x	x	269	16	1
	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	14	288	x	279	x	x	x	308	x	x	311	x	x	x	x	284	284	x	x	x	x	278.9	4	1
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	16	258	x	264	x	x	x	291	x	x	292	x	x	305	x	x	x	x	x	x	x	258.1	2	1
	17	282	x	274	x	x	x	285	x	x	286	x	x	302	x	261	x	x	x	x	x	260.7	16	1
	18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	21	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0
	x	17	20	17	20	20	20	17	20	20	17	20	20	17	20	17	17	20	20	20	20			

Tabel B 24 pendekatan forward pada stage 19

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Stage19	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	4	310	X	X	X	X	X	312	X	X	X	X	X	X	X	X	302	X	X	X	X	302.3	17	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	14	345	X	316	X	X	X	330	X	X	X	X	X	X	X	306	306	X	X	X	X	305.6	17	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	327	X	X	X	X	X	X	X	326.7	14	1
	17	X	X	311	X	X	X	X	X	X	X	X	X	324	X	282	X	X	X	X	X	282.2	16	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
		x	18	20	18	20	20	20	18	20	20	20	20	20	18	20	18	18	20	20	20	20		

Tabel B 25 pendekatan forward pada stage 19-1

Stage 19	s \ x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	310	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	302	X	X	X	X	302.3	17	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	345	X	316	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	306	306	X	X	X	X	305.6	17	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	327	X	X	X	X	X	X	X	326.7	14	1	
	17	X	X	311	X	X	X	X	X	X	X	X	X	324	X	282	X	X	X	X	X	282.2	16	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	x		18	20	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	18	20	18	18	20	20	20	20			

Tabel B 26 pendekatan forward pada stage 20

s \ x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage20	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	X	X	349	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	327	X	X	X	X	327.1	17	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	351	X	351	X	X	X	X	X	350.5	14	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
		x	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	19	20	19	19	20	20	20	20			

Tabel B 27 pendekatan forward pada stage 20-1

s \ x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage20	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	353	X	X	X	X	X	X	X	352.6	14	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	14	X	X	349	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	327	X	X	X	X	327.1	17	1
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	351	X	X	X	X	X	350.8	16	1
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	x	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	20	19	19	20	20	20	20			

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN C : Optimasi Pendekatan *Backward* (3)

	s x	f(s,x)	f*(s)	*
		3		
Stage1	1	11.2	1	*
	2	14.2	2	*
	4	14.6	4	*
	5	19.7	5	*
	6	27.7	6	*
	7	16.5	7	*
	8	38.1	8	*
	9	20.5	9	*
	10	15.1	10	*
	11	27.2	11	*
	12	12.3	12	*
	13	8	13	*
	14	49.4	14	*
	15	11.6	15	*
	16	37.4	16	*
	17	42	17	*
	18	48.8	18	*
	19	48.9	19	*
	20	41.5	20	*
	21	50.6	21	*

Tabel C 1 Pendekatan Backward (node 3) Stage 2

Stage 2	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	x																								
	1	X	32.2	22.6	48.2	61.1	43.2	80.3	40	29.8	57.4	23.9	16.8	94.7	18	58.5	76.8	103	103	86.7	107	16.8	13	1	
	2	29.2	X	36.1	42.7	62.9	36.4	86.5	47.3	37.1	64.7	31.6	33	105	30.1	63.6	91.6	101	101	77.1	103	29.2	1	1	
	4	19.2	35.7	X	52.9	67.4	46.5	86.5	47.3	37.1	64.7	31.6	23	96.4	26.2	69.8	83.6	108	108	93.5	112	19.2	1	1	
	5	39.7	37.2	47.8	X	37.5	21.5	73.2	45.2	43.8	58.6	33.9	28.7	119	38.1	91.1	76.6	82.9	83.1	86.3	101	21.5	7	1	
	6	44.6	49.4	54.3	29.5	X	30.9	75	50.5	49.1	65.7	39.2	33.9	124	43.3	96.2	103	74.1	74.3	64.7	83.1	29.5	5	1	
	7	37.9	34.1	44.6	24.7	42.1	X	75.1	45	41.8	58.4	33.7	26.6	105	36	90.8	84.5	87.9	88.1	77	91.5	24.7	5	1	
	8	53.4	62.6	63	54.8	64.6	53.5	X	43.4	43	41.3	44.4	43.3	115	47.1	86.7	85.4	94.8	95.9	90.2	98.5	41.3	11	1	
	9	30.7	41	41.4	44.4	57.7	41	61	X	20.5	38.3	21.9	21.5	62.3	24.6	66	71.6	97.6	97.8	90.3	101	20.5	10	1	
	10	25.9	36.2	36.6	48.4	61.7	43.2	66	25.9	X	43.4	18	17.6	90.5	20.7	64.2	70.9	99.4	99.6	90.1	103	17.6	13	1	
	11	41.4	51.7	52.1	51.1	66.2	47.7	52.2	31.6	31.3	X	33.5	32.4	107	36.2	76.8	75.1	97.6	97.8	92.9	101	31.3	10	1	
	12	22.8	33.5	33.9	41.3	54.6	37.9	70.2	30.1	20.8	48.4	X	12.4	96.4	17.9	68.8	75.5	96	96.1	85.3	99.6	12.4	13	1	
	13	20	39.2	29.6	40.4	53.6	35.1	73.4	34	24.7	51.6	16.7	X	148	18.2	71.8	78.5	96.4	96.5	85.8	100	16.7	12	1	
	14	56.5	69.9	61.6	89	102	72.5	104	33.4	56.2	84.8	59.3	106	X	53.8	85.2	86.9	141	142	134	145	33.4	9	1	
	15	17.6	32.7	29.2	46.2	59.4	40.9	73.6	33.5	24.2	51.8	18.6	14.6	91.6	X	64.1	72.1	101	101	90	104	14.6	13	1	
	16	32.3	40.4	47	73.4	86.5	69.9	87.4	49.1	41.9	66.6	43.7	42.4	97.2	38.3	X	66.1	103	104	95.4	107	32.3	1	1	
	17	46	63.8	56.2	54.3	88.6	59	81.5	50.1	44	60.3	45.8	44.5	94.3	41.7	61.5	X	127	127	122	133	41.7	15	1	
	18	65.2	65.9	73.9	53.8	53	55.6	84.1	69.3	65.7	76	59.5	55.6	142	63.4	91.4	120	X	49.9	54.4	51.9	49.9	19	1	
	19	65.3	66	74	53.9	53.1	55.7	85.1	69.4	65.8	76.1	59.5	55.6	142	63.5	92.4	120	49.8	X	56.4	53.9	49.8	18	1	
	20	56.4	49.8	66.6	64.5	50.9	52	86.8	69.3	63.7	78.6	56.1	52.3	142	60.1	91.3	122	61.7	63.8	X	65.2	49.8	3	1	
	21	67.1	66.6	75.8	69.7	60.2	57.4	86	71.2	67.6	77.8	61.3	57.5	144	65.3	93.3	125	50.1	52.2	56.1	X	50.1	18	1	
	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

Tabel C 2 Pendekatan Backward (node 3) Stage 3

Stage3	s \ x	f(s,x)																					f*(s)		*	Validasi			
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21									
	1	X	X	X		50	62.9	51.4	83.5	40	32.3	61.5	24	25.5	78.7	21	X	76.5	104	104	95	106	21	15		1			
	2	34.8	X		40.7	44.5	64.7	44.6	89.7	47.3	39.6	68.8	31.7	24.7	89.1	33.1	58.5	91.3	102	102	X		103	24.7	13		1		
	4	24.8	50.7	X		54.7	69.2	54.7	89.7	47.3	39.6	68.8	31.7	31.7	80.4	29.2	64.7	83.3	109	109	102	111	24.8	1		1			
	5	45.3	52.2	52.4	X	X	X		76.4	45.2	46.3	62.7	34	37.4	103	41.1	86	76.3	84	84	94.6	100	34	12		1			
	6	50.2	64.4	58.9	31.3	X		39.1	78.2	50.5	51.6	69.8	39.3	42.6	108	46.3	91.1	103	75.2	75.2	73	82.6	31.3	5		1			
	7	43.5	49.1	49.2	X		43.9	X	78.3	45	44.3	62.5	33.8	35.3	89.4	39	85.7	84.2	89	89	85.3	91	33.8	12		1			
	8	59	77.6	67.6	56.6	66.4	61.7	X		43.4	45.5	45.4	44.5	52	99.3	50.1	81.6	85.1	95.9	96.8	98.5	98	43.4	9		1			
	9	36.3	56	46	46.2	59.5	49.2	64.2	X		23	42.4	22	30.2	X	27.6	60.9	71.3	98.7	98.7	98.6	101	22	12		1			
	10	31.5	51.2	41.2	50.2	63.5	51.4	69.2	X	X	X	X		18.1	26.3	74.3	23.7	59.1	70.6	101	101	98.4	103	18.1	12		1		
	11	47	66.7	56.7	52.9	68	55.9	X		31.6	33.8	X		33.6	41.1	91	39.2	71.7	74.8	98.7	98.7	101	101	31.6	9		1		
	12	28.4	48.5	38.5	43.1	56.4	46.1	73.4	30.1	23.3	52.5	X	X		80.4	20.9	63.7	75.2	97.1	97	93.6	99.1	20.9	15		1			
	13	X		54.2	34.2	42.2	55.4	43.3	76.6	34	X		55.7	X	X		132	X		66.7	78.2	97.5	97.4	94.1	99.6	34	9		1
	14	62.1	84.9	66.2	90.8	104	80.7	107	33.4	58.7	88.9	59.4	115	X		56.8	80.1	86.6	143	143	142	145	33.4	9		1			
	15	23.2	47.7	33.8	48	61.2	49.1	76.8	33.5	26.7	55.9	18.7	23.3	75.6	X		59	X		102	102	98.3	104	18.7	12		1		
	16	37.9	55.4	51.6	75.2	88.3	78.1	90.6	49.1	44.4	70.7	43.8	51.1	81.2	41.3	X		65.8	104	105	104	106	37.9	1		1			
	17	51.6	78.8	60.8	56.1	90.4	67.2	84.7	50.1	46.5	64.4	45.9	53.2	78.3	44.7	56.4	X		128	128	130	133	44.7	15		1			
	18	70.8	80.9	78.5	55.6	54.8	63.8	87.3	69.3	68.2	80.1	59.6	64.3	126	66.4	86.3	120	X	X		62.7	X	54.8	6		1			
	19	70.9	81	78.6	55.7	54.9	63.9	88.3	69.4	68.3	80.2	59.6	64.3	126	66.5	87.3	120	X	X		64.7	53.4	53.4	21		1			
	20	62	64.8	71.2	66.3	52.7	60.2	90	69.3	66.2	82.7	56.2	61	126	63.1	86.2	122	62.8	64.7	X		64.7	52.7	6		1			
	21	72.7	81.6	80.4	71.5	62	65.6	89.2	71.2	70.1	81.9	61.4	66.2	128	68.3	88.2	125	51.2	53.1	64.4	X		51.2	18		1			
	x	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2							

Tabel C 3 Pendekatan Backward (node 3) Stage 4

Stage4	s x	f(s,x)																					f*(s)
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
	1	X	42.7	X	62.5	64.7	60.5	85.6	41.5	32.8	61.8	32.5	42.8	78.7	25.1	X	79.5	109	108	97.9	107	25.1	
	2	39	X	46.3	57	66.5	53.7	91.8	48.8	40.1	69.1	40.2	42	89.1	37.2	64.1	94.3	107	105	88.3	104	37.2	
	4	29	46.2	X	67.2	71	63.8	91.8	48.8	40.1	69.1	40.2	49	80.4	33.3	70.3	86.3	114	113	105	112	29	
	5	49.5	47.7	58	X	X	38.8	78.5	46.7	46.8	63	42.5	54.7	103	45.2	91.6	79.3	X	87.6	X	101	38.8	
	6	54.4	59.9	64.5	43.8	X	48.2	80.3	52	52.1	70.1	47.8	59.9	108	50.4	96.7	106	X	78.8	X	83.7	43.8	
	7	47.7	44.6	54.8	39	X	X	80.4	46.5	44.8	62.8	42.3	52.6	89.4	43.1	91.3	87.2	93.9	92.6	88.2	92.1	39	
	8	63.2	73.1	73.2	69.1	68.2	70.8	X	44.9	46	45.7	53	69.3	99.3	54.2	87.2	88.1	101	100	101	99.1	44.9	
	9	40.5	51.5	51.6	58.7	61.3	58.3	X	X	23.5	X	30.5	X	X	31.7	66.5	74.3	104	102	102	102	23.5	
	10	35.7	46.7	46.8	62.7	65.3	60.5	X	27.4	X	X	26.6	X	X	27.8	64.7	73.6	105	104	101	104	26.6	
	11	51.2	62.2	62.3	65.4	69.8	65	57.5	33.1	34.3	X	42.1	58.4	91	43.3	77.3	77.8	104	102	104	102	33.1	
	12	32.6	X	44.1	X	58.2	X	75.5	X	X	52.8	X	38.4	80.4	X	69.3	78.2	102	101	96.5	100	32.6	
	13	X	X	X	X	57.2	X	78.7	X	X	56	X	X	132	X	X	X	102	101	97	101	56	
	14	66.3	80.4	71.8	103	106	89.8	109	34.9	59.2	89.2	67.9	132	X	60.9	85.7	89.6	147	146	145	146	34.9	
	15	X	43.2	39.4	60.5	63	58.2	78.9	35	27.2	56.2	X	40.6	75.6	X	64.6	X	107	105	101	105	27.2	
	16	42.1	50.9	57.2	87.7	90.1	87.2	92.7	50.6	44.9	71	52.3	68.4	81.2	45.4	X	68.8	109	108	107	107	42.1	
	17	55.8	74.3	66.4	68.6	92.2	76.3	86.8	51.6	47	64.7	54.4	70.5	78.3	48.8	62	X	133	131	133	134	47	
	18	75	76.4	84.1	68.1	56.6	72.9	89.4	70.8	68.7	80.4	68.1	81.6	126	70.5	91.9	123	X	X	65.6	X	56.6	
	19	75.1	76.5	84.2	68.2	56.7	73	90.4	70.9	68.8	80.5	68.1	81.6	126	70.6	92.9	123	55.8	X	67.6	X	55.8	
	20	66.2	60.3	76.8	78.8	54.5	69.3	92.1	70.8	66.7	83	64.7	78.3	126	67.2	91.8	125	67.7	68.3	X	65.8	54.5	
	21	76.9	77.1	86	84	63.8	74.7	91.3	72.7	70.6	82.2	69.9	83.5	128	72.4	93.8	128	56.1	X	67.3	X	56.1	
		x	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		

Tabel C 4 Pendekatan Backward (node 3) Stage 5

	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage5	1	X	55.2	X	67.3	77.2	65.7	87.1	43	41.3	63.3	X	64.8	80.2	33.6	X	81.8	111	110	99.7	112	33.6	15		1
	2	43.1	X	50.5	61.8	79	58.9	93.3	50.3	48.6	70.6	51.9	64	90.6	45.7	68.3	96.6	108	108	90.1	109	43.1	1		1
	4	33.1	58.7	X	72	83.5	69	93.3	50.3	48.6	70.6	51.9	71	81.9	41.8	74.5	88.6	116	115	107	117	33.1	1		1
	5	53.6	60.2	62.2	X	X	X	80	48.2	55.3	64.5	54.2	76.7	104	53.7	95.8	81.6	X	X	X	X	48.2	9		1
	6	58.5	72.4	68.7	48.6	X	53.4	81.8	53.5	60.6	71.6	59.5	81.9	109	58.9	101	108	X	X	X	X	48.6	5		1
	7	51.8	57.1	59	X	58.2	X	81.9	48	53.3	64.3	54	74.6	90.9	51.6	95.5	89.5	X		95	X	48	9		1
	8	67.3	85.6	77.4	73.9	80.7	76	X	46.4	54.5	47.2	64.7	91.3	101	62.7	91.4	90.4	103	103	103	104	46.4	9		1
	9	44.6	64	55.8	63.5	73.8	63.5	X	X	32	X	42.2	X	X	40.2	70.7	76.6	105	105	103	107	32	10		1
	10	39.8	59.2	51	67.5	77.8	65.7	72.8	X	X	49.3	38.3	X	76	X	68.9	X	107	107	103	109	38.3	12		1
	11	55.3	74.7	66.5	70.2	82.3	70.2	59	34.6	42.8	X	53.8	X	92.5	51.8	81.5	80.1	105	105	106	107	34.6	9		1
	12	X	X	48.3	X	X	X	X	X	X	X	X	60.4	X	X	73.5	X	104	103	98.3	105	48.3	4		1
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	104	103	98.8	106	98.8	20		1
	14	70.4	92.9	76	108	118	95	111	36.4	67.7	90.7	79.6	154	X	69.4	89.9	91.9	149	149	147	151	36.4	9		1
	15	X	X	X	65.3	75.5	63.4	80.4	36.5	X	57.7	X	62.6	77.1	X	X	77.1	108	108	103	110	36.5	9		1
	16	46.2	63.4	61.4	92.5	103	92.4	94.2	52.1	53.4	72.5	64	90.4	82.7	53.9	X	71.1	111	111	108	112	46.2	1		1
	17	59.9	86.8	70.6	73.4	105	81.5	88.3	53.1	55.5	66.2	66.1	92.5	79.8	57.3	66.2	X	134	134	135	139	53.1	9		1
	18	79.1	88.9	88.3	72.9	69.1	78.1	90.9	72.3	77.2	81.9	79.8	104	128	79	96.1	125	X	X	67.4	X	67.4	20		1
	19	79.2	89	88.4	73	69.2	78.2	91.9	72.4	77.3	82	79.8	104	128	79.1	97.1	125	57.6	X	69.4	59.4	57.6	18		1
	20	70.3	72.8	81	83.6	67	74.5	93.6	72.3	75.2	84.5	76.4	100	127	75.7	96	127	69.5	70.7	X	70.7	67	6		1
	21	81	89.6	90.2	88.8	76.3	79.9	92.8	74.2	79.1	83.7	81.6	106	129	80.9	98	130	57.9	59.1	69.1	X	57.9	18		1
		x	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			

Tabel C 5 Pendekatan Backward (node 3) Stage 6

Stage6	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi	
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	76.7	82	74.7	88.6	51.5	X	64.8	X	108	81.7	42.9	X	87.9	121	112	112	114	42.9	15	1	
	2	51.6	X	54.6	71.2	83.8	67.9	94.8	58.8	60.3	72.1	67.6	107	92.1	55	72.4	103	119	109	103	110	51.6	1	1	
	4	41.6	64.6	X	81.4	88.3	78	94.8	58.8	60.3	72.1	X	114	83.4	51.1	78.6	94.7	127	117	119	119	41.6	1	1	
	5	62.1	66.1	66.3	X	X	53	81.5	56.7	67	66	69.9	X	106	63	99.9	87.7	X	X	X	X	53	7	1	
	6	67	78.3	72.8	58	X	62.4	83.3	62	72.3	73.1	75.2	X	111	68.2	105	114	X	X	X	X	58	5	1	
	7	60.3	63	63.1	53.2	X	X	83.4	56.5	65	65.8	69.7	X	92.4	60.9	99.6	95.6	X	X	X	103	X	53.2	5	1
	8	75.8	91.5	81.5	83.3	85.5	85	X	54.9	66.2	48.7	80.4	134	102	72	95.5	96.5	113	105	116	106	48.7	11	1	
	9	53.1	69.9	59.9	X	78.6	X	X	X	43.7	X	57.9	112	X	X	74.8	X	116	107	116	109	43.7	10	1	
	10	X	65.1	55.1	X	82.6	X	X	X	X	X	54	108	X	X	73	X	118	108	116	110	54	12	1	
	11	63.8	80.6	70.6	79.6	87.1	79.2	60.5	43.1	54.5	X	69.5	123	94	61.1	85.6	86.2	116	107	118	109	43.1	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	103	X	X	X	X	115	105	X	107	103.2	13	1	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	115	105	X	107	105.2	19	1	
	14	78.9	98.8	80.1	118	123	104	112	44.9	79.4	92.2	95.3	197	X	78.7	94	98	160	150	160	152	44.9	9	1	
	15	X	X	X	X	74.7	80.3	72.4	81.9	X	X	59.2	X	105	78.6	X	X	83.2	119	110	116	112	59.2	11	1
	16	54.7	69.3	65.5	102	107	101	95.7	60.6	65.1	74	79.7	133	84.2	63.2	X	77.2	121	113	121	114	54.7	1	1	
	17	68.4	92.7	74.7	82.8	110	90.5	89.8	61.6	67.2	67.7	81.8	135	81.3	66.6	70.3	X	145	136	147	141	61.6	9	1	
	18	87.6	94.8	92.4	82.3	73.9	87.1	92.4	80.8	88.9	83.4	95.5	146	129	88.3	100	131	X	X	79.9	X	73.9	6	1	
	19	87.7	94.9	92.5	82.4	74	87.2	93.4	80.9	89	83.5	95.5	146	129	88.4	101	131	68.4	X	81.9	61.2	61.2	21	1	
	20	78.8	78.7	85.1	93	71.8	83.5	95.1	80.8	86.9	86	92.1	X	129	85	100	133	X	72.5	X	72.5	71.8	6	1	
	21	89.5	95.5	94.3	98.2	81.1	88.9	94.3	82.7	90.8	85.2	97.3	148	131	90.2	102	136	68.7	60.9	81.6	X	60.9	19	1	
		x	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			

Tabel C 6 Pendekatan Backward (node 3) Stage 7

Stage7	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi	
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	81.5	91.4	79.9	90.9	X	X	73.3	115	114	90.2	65.6	X	96.4	128	115	117	117	65.6	15	1	
	2	60.9	X	63.1	76	93.2	73.1	97.1	70.5	76	80.6	123	113	101	77.7	80.9	111	126	113	107	113	60.9	1	1	
	4	50.9	73.1	X	86.2	97.7	83.2	97.1	70.5	X	80.6	123	120	91.9	73.8	87.1	103	133	121	124	122	50.9	1	1	
	5	71.4	74.6	74.8	X	X	X	83.8	68.4	82.7	74.5	X	X	114	85.7	108	96.2	X	X	X	X	68.4	9	1	
	6	76.3	86.8	81.3	62.8	X	67.6	85.6	73.7	88	81.6	X	X	119	90.9	114	123	X	X	X	X	62.8	5	1	
	7	69.6	71.5	71.6	X	72.4	X	85.7	68.2	80.7	74.3	X	X	101	83.6	108	104	X	X	X	X	68.2	9	1	
	8	85.1	100	90	88.1	94.9	90.2	X	66.6	81.9	57.2	135	141	111	94.7	104	105	120	108	121	109	57.2	11	1	
	9	X	78.4	68.4	X	X	X	X	X	59.4	X	113	119	X	X	83.3	X	123	110	121	112	59.4	10	1	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	109	115	X	X	X	X	125	112	120	113	108.9	12	1	
	11	73.1	89.1	79.1	84.4	96.5	84.4	X	54.8	70.2	X	124	130	103	X	94.1	94.7	123	110	123	112	54.8	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	110	X	X	X	X	X	108	X	110	108.4	19	1	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	109	X	110	108.8	19	1	
	14	88.2	107	88.6	122	132	109	115	56.6	95.1	101	150	204	X	101	103	107	167	154	164	155	56.6	9	1	
	15	X	X	X	79.5	89.7	77.6	84.2	X	X	X	110	112	X	X	X	X	126	113	120	115	77.6	7	1	
	16	64	77.8	74	107	117	107	98	72.3	80.8	82.5	135	140	92.7	85.9	X	85.7	128	116	126	117	64	1	1	
	17	77.7	101	83.2	87.6	119	95.7	92.1	73.3	82.9	76.2	137	142	89.8	89.3	78.8	X	152	139	152	144	73.3	9	1	
	18	96.9	103	101	87.1	83.3	92.3	94.7	92.5	105	91.9	150	X	138	111	109	139	X	X	84.7	X	83.3	6	1	
	19	97	103	101	87.2	83.4	92.4	95.7	92.6	105	92	150	X	138	111	110	140	74.9	X	86.7	X	74.9	18	1	
	20	88.1	87.2	93.6	97.8	81.2	88.7	97.4	92.5	103	94.5	X	150	137	108	109	142	86.8	76.1	X	75.5	75.5	21	1	
	21	98.8	104	103	103	90.5	94.1	96.6	94.4	107	93.7	152	155	139	113	111	144	75.2	X	86.4	X	75.2	18	1	
		x	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			

Tabel C 7 Pendekatan Backward (node 3) Stage 8

Stage8	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	96.2	X	99.4	X	124	X	120	118	X	84	X	X	137	129	121	131	84	15	1	
	2	83.6	X	72.4	91.4	98	88.1	106	86.2	131	92.3	128	117	112	96.1	90.2	123	135	127	111	128	72.4	4	1	
	4	73.6	82.4	X	102	103	98.2	106	X	131	92.3	128	124	104	92.2	96.4	115	143	134	128	136	73.6	1	1	
	5	94.1	83.9	84.1	X	X	73.2	92.3	84.1	X	86.2	X	X	126	X	118	108	X	X	X	X	73.2	7	1	
	6	99	96.1	90.6	78.2	X	82.6	94.1	89.4	X	93.3	X	X	131	109	123	134	X	X	X	X	78.2	5	1	
	7	92.3	80.8	80.9	73.4	X	X	94.2	83.9	X	86	X	X	113	X	117	116	122	X	X	X	73.4	5	1	
	8	108	109	99.3	104	99.7	105	X	82.3	137	68.9	141	144	123	113	113	117	129	122	124	123	68.9	11	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	114	X	118	122	X	X	X	X	X	124	124	126	114.3	10	1	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	114	118	X	X	X	X	X	126	124	128	114.1	12	1	
	11	X	98.4	88.4	99.8	101	99.4	X	70.5	125	X	130	133	114		103	106	132	124	127	126	70.5	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	113	X	X	X	X	X	X	119	X	113.2	13	1	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	113	X	X	X	X	X	X	X	120	X	112.8	12	1	
	14	111	117	97.9	138	137	124	123	72.3	150	112	155	207	X	120	112	118	176	168	168	170	72.3	9	1	
	15	X	X	X	X	94.5	X	X	X	118	X	115	115	X	X	X	X	135	127	124	129	94.5	6	1	
	16	86.7	87.1	83.3	122	122	122	107	88	136	94.2	140	143	104	104	X	97.4	137	130	129	131	83.3	4	1	
	17	100	111	92.5	103	124	111	101	89	138	87.9	142	145	102	108	88.1	X	161	153	156	158	87.9	11	1	
	18	120	113	110	103	88.1	107	103	108	160	104	X	X	149	129	118	151	X	X	X	X	88.1	6	1	
	19	120	113	110	103	88.2	107	104	108	160	104	X	X	149	130	119	151	84.3	X	X	78.5	78.5	21	1	
	20	111	96.5	103	113	86	104	106	108	X	106	153	153	149	126	118	153	96.2	89.8	X	89.8	86	6	1	
	21	122	113	112	118	95.3	109	105	110	161	105	X	X	151	131	120	156	84.6	78.2	X	X	78.2	19	1	
	x		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7				

Tabel C 8 Pendekatan Backward (node 3) Stage 9

Stage9	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	X	X	X	134	129	X	125	122	X	101	X	X	142	133	131	134	100.9	15	1	
	2	102	X	95.1	96.2	113	93.3	117	141	136	108	133	121	128	113	110	138	140	130	122	131	93.3	7	1	
	4	92	X	X	106	118	103	117	141	136	X	133	128	X	109	X	130	147	138	138	139	92	1	1	
	5	X	95.4	107	X	X	X	104	X	X	102	X	X	142	X	137	123	X	X	X	X	95.4	2	1	
	6	117	108	113	83	X	87.8	106	X	X	109	X	X	147	X	142	149	X	X	X	X	83	5	1	
	7	X	92.3	104	X	92.6	X	106	X	X	102	X	X	128	X	137	130	X	X	X	X	92.3	2	1	
	8	126	121	122	108	115	110	X	137	142	84.6	145	148	138	130	133	131	134	126	135	126	84.6	11	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	120	X	123	126	X	X	X	X	X	127	X	129	119.5	10	1	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	119	122	X	X	X	X	X	129	X	131	118.9	12	1	
	11	114	110	X	105	117	105	X	125	130	X	134	137	130	119	123	X	137	127	137	129	104.6	5	2	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	124	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	123.7	10	1	
	14	129	128	121	143	153	129	135	127	155	128	160	211	X	137	131	133	181	171	179	173	120.6	4	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	127	123	X	120	119	X	X	X	X	140	130	135	132	119.4	13	1	
	16	105	98.6	106	127	137	127	118	143	141	110	145	147	120	121	X	112	142	134	140	134	98.6	2	1	
	17	119	122	115	108	139	116	112	144	143	104	147	149	117	125	107	X	166	156	166	161	103.6	11	1	
	18	138	124	133	107	104	113	115	163	X	119	X	X	165	146	137	166	X	X	98.9	X	98.9	20	1	
	19	138	124	133	107	104	113	116	163	X	119	X	X	165	146	138	166	89.1	X	101	X	89.1	18	1	
	20	129	108	126	118	101	109	118	X	163	122	157	157	165	143	137	168	101	93.4	X	92.8	92.8	21	1	
	21	140	125	135	123	111	114	117	165	X	121	X	X	167	148	139	171	89.4	X	101	X	89.4	18	1	
		x	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8				

Tabel C 9 Pendekatan Backward (node 3) Stage 10

s	x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi	
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage 10	1	X	X	X	X	X	X	X	139	134	X	X	133	X	126	X	X	153	143	138	145	125.8	15	1	
	2	119	X	114	X	118	X	133	146	141	142	X	132	176	138	X	153	151	141	128	142	113.5	4	1	
	4	109	115	X	X	123	X	X	146	141	142	X	139	X	134	X	X	158	149	145	151	108.9	1	1	
	5	X	X	X	X	X	97.3	X	120	X	X	X	X	190	X	152	138	X	X	X	X	97.3	7	1	
	6	X	129	132	105	X	107	122	X	X	143	X	X	195	X	157	165	X	X	X	X	105.2	5	1	
	7	X	X	X	100	X	X	122	X	X	X	X	X	177	X	152	146	X	X	X	X	100.4	5	1	
	8	143	142	140	131	120	129	X	142	147	119	X	159	187	155	148	147	145	136	142	137	118.7	11	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	124	X	X	137	X	132	X	X	X	X	X	142	X	124.3	10	1
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	129	X	X	X	X	X	141	X	128.5	15	1
	11	131	131	130	127	122	124	X	131	135	X	X	148	X	144	138	X	148	138	144	140	121.5	6	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	133	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	133	9	1	
	14	146	149	139	165	157	148	151	132	160	162	X	222	X	162	146	149	192	182	185	184	132.4	9	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	133	128	X	X	130	X	X	X	X	151	141	141	143	128	10	1	
	16	122	120	124	149	142	146	134	148	146	144	X	158	168	146	X	128	153	144	147	145	119.5	2	1	
	17	136	143	134	130	144	135	128	149	148	138	X	160	166	150	123	X	177	167	173	172	122.7	16	1	
	18	155	145	151	130	108	131	131	X	X	153	X	X	213	X	153	181	X	X	X	X	108.3	6	1	
	19	155	145	151	130	108	132	132	X	X	154	X	X	213	X	154	182	99.9	X	X	X	92.7	21	1	
	20	146	129	144	140	106	128	133	168	168	156	X	168	213	168	153	184	X	104	X	104	104	19	2	
	21	157	146	153	145	116	133	133	X	X	155	X	X	215	X	155	186	100	92.4	X	X	92.4	19	1	
		x	9	9	9	9	9	9	9	9	9	20	9	9	9	9	9	9	9	9	9				

Tabel C 10 Pendekatan Backward (node 3) Stage 11

Stage 11	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	X	X	X	144	143	X	X	142	178	134	X	X	X	147	149	148	134.4	15	1	
	2	144	X	130	X	X	X	167	151	151	159	X	141	188	147	X	X	160	145	140	145	130.4	4	1	
	4	134	X	X	X	X	X	167	151	151	159	X	148	179	143	152	X	168	152	156	154	133.8	1	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	157	X	X	X	X	157.3	17	1	
	6	X	149	X	107	X	115	156	X	X	X	X	X	X	X	178	184	X	X	X	X	107.1	5	1	
	7	X	X	X	X	120	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	165	X	X	X	X	119.6	6	1	
	8	168	162	157	132	142	137	X	147	156	136	X	168	198	164	169	166	154	140	153	140	132.4	5	1	
	9	145	X	X	X	X	X	X	X	134	X	X	X	X	141	X	X	X	X	X	X	133.9	10	1	
	10	141	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	140.5	1	1	
	11	156	151	146	129	144	132	X	135	145	X	X	157	190	153	159	156	157	142	155	143	128.7	5	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	231	X	X	X	X	X	X	X	230.8	14	1	
	14	171	169	156	167	180	156	185	137	170	179	X	231	X	170	167	168	201	185	197	187	137.2	9	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	137	X	X	X	140	175	X	X	X	X	145	153	146	137.3	9	1	
	16	147	140	141	151	164	154	168	153	155	161	X	167	180	155	X	X	162	148	158	148	139.7	2	1	
	17	161	163	151	132	166	143	162	154	157	155	X	170	177	158	144	X	186	171	184	175	131.9	5	1	
	18	X	165	168	131	131	140	165	X	X	170	X	X	X	X	174	201	X	X	X	X	130.5	6	1	
	19	X	165	168	132	131	140	166	X	X	170	X	X	X	X	175	201	109	X	X	X	109.3	18	1	
	20	171	149	161	142	128	136	167	173	177	173	X	177	225	177	173	203	121	108	X	107	107	21	1	
	21	X	166	170	147	138	141	167	X	X	172	X	X	X	X	175	206	110	X	119	X	109.6	18	1	
		x	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10				

Tabel C 11 Pendekatan Backward (node 3) Stage 12

Stage 12	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	153	X	X	X	240	183	144	X	X	X	X	152	X	143.7	15	1
	2	152	X	155	X	X	X	X	X	161	163	X	X	239	193	156	X	X	X	161	143	162	142.6	20	1
	4	142	X	X	X	X	X	X	X	161	163	X	X	246	184	152	X	X	X	169	159	171	142.4	1	1
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0
	6	X	X	X	167	X	X	169	X	X	167	X	X	X	X	X	199	193	X	X	X	X	167.1	5	1
	7	X	X	X	162	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	170	X	X	X	162.3	5	1
	8	177	179	182	192	144	157	X	157	168	143	X	266	203	173	189	175	177	156	156	158	142.8	11	1	
	9	154	X	161	X	X	X	X	X	146	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	145.9	10	1
	10	X	X	156	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	155.8	4	1
	11	165	168	171	189	146	151	147	145	157	X	X	255	195	162	179	165	179	158	158	160	145	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	180	186	181	227	182	176	198	147	182	186	X	X	X	180	188	177	223	202	200	204	146.8	9	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	237	179	X	X	X	X	X	156	X	155.5	20	1	
	16	156	157	166	X	166	173	182	163	167	168	X	265	185	164	X	156	185	164	161	166	155.5	1	1	
	17	169	180	175	X	168	162	176	164	169	162	X	267	182	167	164	X	208	187	187	192	161.8	11	1	
	18	X	182	X	191	132	159	178	X	X	178	X	X	X	X	194	210	X	X	X	X	132.4	6	1	
	19	X	182	X	192	133	159	179	X	X	178	X	X	X	X	195	210	132	X	X	113	112.9	21	1	
	20	180	166	186	202	130	155	181	183	189	180	X	275	230	186	194	212	143	124	X	124	124.2	19	2	
	21	X	183	X	207	140	161	180	X	X	179	X	X	X	X	196	215	132	113	X	X	112.6	19	1	
	x	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	20	11	11	11	11	11	11	11	11	11				

Tabel C 12 Pendekatan Backward (node 3) Stage 13

Stage 13	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	161	X	X	X	X	X	X	X	175	X	X	192	162	X	X	X	X	X	X	160.6	2	1	
	2	162	X	164	X	X	X	X	173	178	183	X	X	203	174	182	X	X	165	160	165	159.8	20	1	
	4	152	164	X	X	X	X	X	173	X	183	X	X	194	170	188	X	X	172	176	174	151.7	1	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0		
	6	X	X	X	X	X	177	180	X	X	X	X	X	X	X	X	223	X	X	X	X	176.7	7	1	
	7	X	X	X	X	182	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	181.5	6	1		
	8	186	191	191	X	204	199	X	169	184	159	X	X	213	191	205	205	178	160	173	161	159.1	11	1	
	9	X	X	169	X	X	X	X	X	161	X	X	X	X	X	184	X	X	X	X	X	161.2	10	1	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	174	180	180	X	206	194	X	157	172	X	X	X	204	180	195	X	181	162	176	163	157	9	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	189	198	189	X	242	218	209	159	197	203	X	X	X	198	203	207	225	206	217	207	158.8	9	1	
	15	X	161	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	161.1	2	1	
	16	165	169	175	X	X	X	192	175	183	184	X	X	195	182	X	186	186	168	178	169	164.8	1	1	
	17	179	192	184	X	X	X	186	176	185	178	X	X	192	186	180	X	210	191	204	195	175.5	9	1	
	18	X	X	X	X	192	201	189	X	X	X	X	X	X	X	X	240	X	X	X	X	188.8	8	1	
	19	X	X	X	X	193	202	190	X	X	X	X	X	X	X	X	240	133	X	X	X	133.4	18	1	
	20	189	X	194	X	190	198	192	195	204	196	X	X	239	X	209	242	145	128	X	127	127.2	21	1	
	21	X	X	X	X	200	203	191	X	X	X	X	X	X	X	X	245	134	X	139	X	133.7	18	1	
	x	12	12	12	20	12	12	12	12	12	12	20	20	12	12	12	12	12	12	12	12				

Tabel C 13 Pendekatan Backward (node 3) Stage 14

Stage14	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi				
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21								
	1	X	X	X	X	X	X	201	X	X	X	X	X	X	168	X	X	X	X	X	X	167.5	15	1					
	2	X	X		173	X	X	X	208	188	X		195	X	X	215	X	191	225	X	X	163	X	162.8	20	1			
	4	169	181	X	X	X	X	208	X	X		195	X	X	206	176	197	217	X	X		179	X	168.6	1	1			
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0				
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		214	X	X	X		214.1	18	1			
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0			
	8	203	208	200	X		214	219	X		184	X		171	X	X	225	197	214	219	X		180	176	182	171.1	11	1	
	9	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0
	11	191	197	189	X		215	213	X		172	X	X	X	X	216	186	204	X	X		182	179	184	172.3	9	1		
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0	0	0		
	14	206	216	199	X		251	238	225	174	X		215	X	X	X	203	213	220	281	226	220	228	174.1	9	1			
	15	167	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	167	1	1			
	16	182	186	184	X	X	X		208	190	X		196	X	X	207	188	X	200	243	188	181	190	181.1	20	1			
	17	195	209	193	X	X	X		203	191	X		190	X	X	204	191	189	X		267	211	207	217	188.9	16	1		
	18	X	X	X	X		202	221	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	202	6	1			
	19	X	X	X	X	X	202	221	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		190	X	X	137	137	21	1		
	20	X	X		204	X	200	217	208	210	X		208	X	X	251	X	219	256	202	148	X	148	148.3	19	2			
	21	X		212	X	X	209	222	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	190	137	X	X	136.7	19	1			
	x		13	13	13	20	13	13	13	13	20	13	20	20	13	13	13	14	13	13	13	13							

Tabel C 14 Pendekatan Backward (node 3) Stage 15

Stage 15	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	2	X	X	X	X	X	X	220	X	X	210	X	X	230	X	207	239	X	X	X	X	207.3	16	1	
	4	176	184	X	X	X	X	220	X	X	X	X	X	X	182	214	231	X	X	X	X	175.5	1	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	210	211	217	X	X	X	X	X	X	186	X	X	240	203	230	232	248	184	197	185	184	19	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	198	200	206	X	X	X	X	X	X	X	X	X	232	192	221	222	251	186	200	187	185.9	19	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	213	219	216	X	289	X	237	X	X	230	X	X	X	209	229	234	295	230	241	231	209.2	15	1	
	15	X	X	183	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	183.2	4	1	
	16	189	189	201	X	273	X	220	X	X	212	X	X	222	194	X	X	X	192	202	193	188.6	1	1	
	17	202	212	210	X	275	X	215	X	X	205	X	X	219	197	205	X	X	215	228	220	197.1	15	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	240	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	203	X	X	X	203	18	1	
	20	X	X	X	X	237	X	220	X	X	224	X	X	267	X	X	269	215	152	X	151	151.3	21	1	
	21	X	X	X	X	247	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	203	X	163	X	162.9	20	1	
	x	14	14	14	20	14	20	14	20	20	14	20	20	14	14	14	14	14	14	14	14				

Tabel C 15 Stage 15-1

	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
Stage15	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	2	X	X	X	X	X	X	X	219.5	X	X	209.8	X	X	229.8	X	207.3	238.5	X	X	X	X	207.3	16	1
	4	175.5	184.3	X	X	X	X	219.5	X	X	X	X	X	X	181.6	213.5	230.5	X	X	X	X	175.5	1	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	209.7	211.2	217	X	X	X	X	X	X	186.4	X	X	240	202.5	230.4	232.3	248	184	197	184.6	184	19	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	197.7	200.3	206.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	231.7	191.6	220.5	222	250.8	185.9	199.7	187.3	185.9	19	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	212.8	218.5	215.6	X	288.5	X	237	X	X	229.9	X	X	X	209.2	228.9	233.8	294.6	229.7	240.8	231.1	209.2	15	1	
	15	X	X	183.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	183.2	4	1	
	16	188.6	189	201	X	272.9	X	220.4	X	X	211.7	X	X	221.9	193.7	X	X	X	192	202.2	192.6	188.6	1	1	
	17	202.3	212.4	210.2	X	275	X	214.5	X	X	205.4	X	X	219	197.1	205.2	X	X	214.9	228.4	219.5	197.1	15	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	239.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	203	X	163.2	X	163.2	20	1	
	20	X	X	X	X	237.3	X	219.8	X	X	223.7	X	X	266.6	X	X	269	214.9	151.9	X	151.3	151.3	21	1	
	21	X	X	X	X	246.6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	203.3	X	X	X	203.3	18	1	
		x	14	14	14	20	14	20	14	20	20	14	20	20	14	14	14	14	14	14	14				

Tabel C 16 Stage 16

Stage 16	s \ x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	X	229	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	256	X	221	239	X	X	X	X	221	16	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	256	224	X	X	X	X	X	X	200	X	X	275	219	238	241	X	250	200	211	200	11	2	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	245	213	X	X	X	198	X	X	X	X	X	267	208	228	230	X	252	203	214	198.1	8	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	X	263	223	X	X	X	250	X	X	244	X	X	X	225	236	242	X	296	244	257	222.5	4	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	X	X	208	X	X	X	233	X	X	225	X	X	257	210	X	221	X	X	205	219	205.2	20	1	
	17	X	257	217	X	X	X	227	X	X	219	X	X	254	213	213	X	X	X	231	246	212.7	16	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	233	X	X	237	X	X	X	X	X	X	X	218	X	X	217.9	19	1	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	206	X	X	206.3	19	1	
	x	20	15	15	20	20	20	15	20	20	15	20	20	15	15	15	15	20	15	15	15				

Tabel C 17 Stage 16-1

Stage16	s x	f(s,x)																				f*(s)	*	Validasi						
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21									
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0						
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0						
	4	X		231	X	X	X	X	X	X	X	X	X		256	X		221	239	X	X	X	X	221	16	1				
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	8	X		258	224	X	X	X	X	X		200	X	X		275	219	238	241	X		210	200	251	200	11	2			
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	11	X		247	213	X	X	X		198	X	X	X	X	X		267	208	228	230	X		212	203	254	198.1	8	1		
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	14	X		266	223	X	X	X		250	X	X		244	X	X	X		225	236	242	X		256	244	298	222.5	4	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	16	X	X		208	X	X	X		233	X	X		225	X	X		257	210	X		221	X		218	205	X	205.2	20	1
	17	X		259	217	X	X	X		227	X	X		219	X	X		254	213	213	X	X		241	231	X	212.7	16	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	207	206.6	21	1	1				
	20	X	X	X	X	X	X	X		233	X	X		237	X	X	X	X	X	X	X	X	218	217.9	21	1	1			
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0					
	x		20	15	15	20	20	20	15	20	20	15	20	20	15	15	15	15	20	15	15	15								

Tabel C 18 Stage 17

Stage17	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	254	X	X	X	X	254.3	17	1	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	X	269	X	X	X	X	X	X	X	X	X	288	X	255	256	X	X	267	254	254.2	21	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	X	259	X	X	X	X	X	X	X	X	X	280	X	245	246	X	X	269	257	244.6	16	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	X	X	268	X	X	X	266	X	X	256	X	X	X	X	253	258	X	X	310	301	253	16	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	X	X	X	X	X	X	249	X	X	238	X	X	270	X	X	X	X	X	X	X	237.5	11	1	
	17	X	X	263	X	X	X	243	X	X	231	X	X	267	X	229	X	X	X	X	X	229.3	16	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	249	X	X	250	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	221	220.9	21	1
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	233	X	232.5	20	1	
	x	20	20	16	20	20	20	16	20	20	16	20	20	16	20	16	16	20	20	16	15				

Tabel C 19 Stage 17-1

Stage 17	s \ x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi			
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21								
	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	254	x	x	x	x	x	254.3	17	1			
	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	8	x	x		269	x	x	x	x	x	x	x	x		288	x		255	256	x		254	267	x	253.6	19	1	
	9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	11	x	x		259	x	x	x	x	x	x	x	x		280	x		245	246	x		256	269	x	244.6	16	1	
	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	14	x	x		268	x	x	x		266	x	x		256	x	x	x		253	258	x		299	310	x	253	16	1
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	16	x	x	x	x	x	x		249	x	x		238	x	x		270	x	x	x	x	x	x	237.5	11	1		
	17	x	x		263	x	x	x		243	x	x		231	x	x		267	x		229	x	x	x	x	229.3	16	1
	18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		233	x	232.8	20	1			
	20	x	x	x	x	x	x		249	x	x		250	x	x	x	x	x	x	x		222	x	x	221.5	19	1	
	21	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0			
	x		20	20	16	20	20	20	16	20	20	16	20	20	16	20	16	16	20	16	16	20						

Tabel C 20 Stage 18

Stage 18	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	8	x	x	303	x	x	x	x	x	x	259	x	x	319	x	x	273	x	x	270	280	258.7	11	1	
	9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	11	x	x	292	x	x	x	268	x	x	x	x	x	311	x	x	262	x	x	272	283	262.4	17	1	
	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	14	x	x	301	x	x	x	320	x	x	302	x	x	x	x	285	274	x	x	313	327	274.2	17	1	
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	278	x	x	298	x	262	x	x	x	x	x	261.6	16	1	
	18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	20	x	x	x	x	x	x	303	x	x	x	x	x	x	x	291	x	x	x	x	x	291.4	16	1	
	21	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	x	20	20	17	20	20	20	17	20	20	17	20	20	17	20	17	17	20	20	17	17				

Tabel C 21 Stage 18-1

Stage 18	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	8	x	x	303	x	x	x	x	x	x	259	x	x	319	x	x	273	x	280	270	x	258.7	11	1	
	9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	11	x	x	292	x	x	x	268	x	x	x	x	x	311	x	x	262	x	282	273	x	262.4	17	1	
	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	14	x	x	301	x	x	x	320	x	x	302	x	x	x	x	285	274	x	326	314	x	274.2	17	1	
	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	278	x	x	298	x	262	x	x	x	x	x	261.6	16	1	
	18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	19	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	20	x	x	x	x	x	x	302	x	x	x	x	x	x	x	291	x	x	x	x	x	291.4	16	1	
	21	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	
	x		20	20	17	20	20	20	17	20	20	17	20	20	17	20	17	17	20	17	17	20			

Tabel C 22 Stage 19

Stage19	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	277	X	X	340	X	X	X	X	X	X	X	276.5	11	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	332	X	X	X	X	X	X	X	331.8	14	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	X	X	X	X	X	X	325	X	X	320	X	X	X	X	X	307	X	X	384	X	306.5	17	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	17	X	X	X	X	X	X	302	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	345	X	302.1	8	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	342	X	X	X	X	341.7	17	1	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	x	20	20	20	20	20	20	18	20	20	18	20	20	18	20	20	18	20	20	18	20				

Tabel C 23 Stage 19-1

Stage19	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21					
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	277	X	X	340	X	X	X	X	X	X	X	276.5	11	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	332	X	X	X	X	X	X	X	331.8	14	1	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	X	X	X	X	X	X	325	X	X	320	X	X	X	X	X	307	X	X	384	X	306.5	17	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	17	X	X	X	X	X	X	302	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	372	X	302.1	8	1	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	342	X	X	X	X	341.7	17	1	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	x	20	20	20	20	20	20	18	20	20	18	20	20	18	20	20	18	20	20	18	20				

Tabel C 24 Stage 20

Stage20	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	346	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	345.9	11	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	X	X	X	X	X	X	342	X	X	X	X	X	X	X	X	347	X	X	434	X	342.4	8	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	399	X	X	X	X	X	X	X	399	14	1	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
x		20	20	20	20	20	20	19	20	20	19	20	20	19	20	20	19	20	20	19	20				

Tabel C 25 Stage 20-1

Stage20	s x	f(s,x)																					f*(s)	*	Validasi
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	346	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	345.9	11	1	
	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	14	X	X	X	X	X	X	342	X	X	X	X	X	X	X	X	347	X	X	X	X	342.4	8	1	
	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	399	X	X	X	X	X	X	X	399	14	1	
	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	
	x		20	20	20	20	20	20	19	20	20	19	20	20	19	20	20	19	20	20	20				

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Achsanul Kamal, di lahirkan di Jombang pada tanggal 21 Juni 1995. Penulis merupakan anak ke dua dari dua bersaudara dari pasangan suami istri Atok Suwardi dan Sri Handayani. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di MI Nizhamiyah Rejoagung Ploso Jombang pada tingkat sekolah dasar, SMPN 1 Ploso Jombang pada tingkat sekolah menengah pertama dan SMAN Ploso Jombang pada tingkat

sekolah menengah atas.

Setelah menerima kelulusan SMA pada tahun 2013, penulis mengikuti pendaftaran mahasiswa baru melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN), yang akhirnya terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya dengan NRP 5213100146.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti beberapa Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) diantaranya, Koperasi Mahasiswa (KOPMA) Dr. Angka dan Lembaga Pers Mahasiswa (LPM) Satu Kosong ITS

Pada Jurusan Sistem Informasi, Penulis mengambil bidang minat Laboratorium Rekayasa Data dan Inteligensi Bisnis (RDIB) dengan topik optimasi dalam pengerjaan tugas akhir. Penulis dapat dihubungi melalui email achsanul.kamal@gmail.com.